

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
Departamento de Economía Aplicada II
(Estructura Económica y Economía Industrial)



TESIS DOCTORAL

**Bienes de capital, flujos tecnológicos y cambio estructural: los casos de
Estados Unidos, Japón y Alemania, 1980-2005**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Ricardo Zárate Gutiérrez

Directora

María Isabel Álvarez González

Madrid, 2016

**U N I V E R S I D A D
COMPLUTENSE
MADRID**

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**Departamento de Economía Aplicada II
(Estructura Económica y Economía Industrial)**



**DOCTORADO INTERUNIVERSITARIO EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA
INNOVACIÓN Y POLÍTICA TECNOLÓGICA**

**BIENES DE CAPITAL, FLUJOS TECNOLÓGICOS Y CAMBIO
ESTRUCTURAL: LOS CASOS DE ESTADOS UNIDOS, JAPÓN Y
ALEMANIA, 1980-2005.**

**MEMORIA PARA OPTAR POR EL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Ricardo Zárate Gutiérrez

Bajo la dirección de la doctora
Maria Isabel Álvarez González

Madrid, 2015.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos trabajadores de México, que dentro y fuera del país, realizan un esfuerzo incansable para sostener a la economía mexicana y, con ello, de forma indirecta han permitido que yo obtenga una beca para realizar mis estudios de doctorado.

En particular a mis padres, Eulalia y Arturo, a mis hermanos, Mauricio, Juan Arturo, Edgar e Iliana, y a mis suegros, Alicia y Julio, porque como parte de ese pueblo trabajador han contribuido de manera indirecta, pero sobre todo directamente con su apoyo, cariño y comprensión.

También quiero agradecer a mi directora de Tesis, Isabel Álvarez González, por el apoyo y motivación que me brindó para la realización y culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

A Tania

*Mi compañera entrañable que le da emoción y sentido a esta maravillosa aventura que
ha sido el compartir nuestra vida*

A mis Padres, Eulalia y Arturo

Por todo su amor y su ejemplo de esfuerzo y dedicación

A mi suegra, Doña Alicia

*Porque su apoyo y cariño me acompañaron siempre en esta ardua pero feliz tarea y
porque con su amor creo a un ser maravilloso, esencia de su ser*

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	iii
ABREVIATURAS.....	v
RESUMEN	vii
SUMMARY	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL.....	11
1.1 Cambio tecnológico incorporado vs. Cambio tecnológico desincorporado	14
1.2 Elementos teóricos desarrollados por Nathan Rosenberg en torno a la industria de bienes de capital.....	21
1.2.1. La función de generación de cambio tecnológico y su vinculación con la inversión.....	21
1.2.2. La capacidad de difusión y transferencia de tecnología.	23
1.2.3. Articulación	24
1.3 El Análisis Estructural	26
CONCLUSIONES.....	30
CAPÍTULO II	
EL SECTOR PRODUCTOR DE BIENES DE CAPITAL COMO AGENTE CREADOR Y DIFUSOR DEL CAMBIO TECNOLÓGICO DESINCORPORADO	33
2.1 ELEMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
2.1.1. Análisis de Redes.....	36
2.1.2. La utilización de la información disponible sobre Patentes.	40
2.2 Evolución del patentamiento de Estados Unidos, Alemania y Japón.	42
2.3 La red de interrelaciones de patentes de las tres economías con mayor nivel de desarrollo, Estados Unidos, Alemania y Japón.....	44
2.3.1 El sistema de patentes de Estado Unidos y su red de interrelaciones	45
2.3.2. El sistema de patentes de Alemania y su red de interrelaciones.	53
2.3.3. El sistema de patentes de Japón y su red de interrelaciones	59
CONCLUSIONES	64
CAPÍTULO III	
EL IMPACTO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO INCORPORADO EN EL SECTOR DE BIENES DE CAPITAL Y SU DIFUSIÓN EN EL SISTEMA ECONÓMICO	67
3.1 La metodología para el análisis del proceso de creación y difusión tecnológica.	71

3.2	La industria de bienes de capital como agente difusor de cambio tecnológico incorporado.....	76
3.2.1	Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Alemania.....	77
3.2.2.	Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Japón	84
3.2.3.	Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Estados Unidos.....	91
	CONCLUSIONES	96
CAPÍTULO IV		
LA ARTICULACIÓN DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL CON LOS SECTORES DINÁMICOS Y CON EL CONJUNTO DE LA ECONOMÍA.		
4.1	Aspectos Teóricos – metodológicos sobre Coeficientes Importantes	103
4.2	La industria de bienes de capital y su vinculación con el conjunto de la actividad productiva: efectos directos e indirectos	107
4.3	Los bienes de capital y su vinculación con los sectores dinámicos	112
4.3.1	<i>La industria de bienes de capital en Alemania y sus vínculos importantes</i>	115
4.3.2	<i>La industria de bienes de capital de Japón y sus vinculaciones importantes....</i>	120
4.3.3	<i>Los bienes de capital en Estados Unidos y sus vinculaciones importantes.....</i>	123
4.4.	El Sistema Nacional de Innovación y su influencia sobre la Estructura Productiva.....	126
	CONCLUSIONES.	138
CONCLUSIONES GENERALES		
IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL DESDE UNA VISIÓN TEÓRICA.....		
LA IMPORTANCIA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN BIENES DE CAPITAL		
□	La importancia del sector productor de bienes de capital en los flujos de conocimiento desincorporado	146
□	La importancia del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital y el papel que desempeña en la estructura económica de cada país.....	147
	<i>La especialización de la industria de bienes de capital en Alemania.....</i>	149
	<i>La fuerte articulación de la industria de bienes de capital en Japón</i>	151
	<i>La desarticulación de la industria de bienes de capital de Estados Unidos</i>	152
LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL UN ELEMENTO CLAVE DENTRO DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA.....		
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

CUADRO 1	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO DE ESTADOS UNIDOS POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA 1985 -2009.....	46
CUADRO 2	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO DE ESTADOS UNIDOS POR SECTOR DE USO 1985 -2009	47
CUADRO 3	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO DE ALEMANIA POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA 1985 - 2009	54
CUADRO 4	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO POR SECTOR DE USO DE ALEMANIA 1985 - 2009	54
CUADRO 5	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO DE JAPON POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA 1985 -2009	59
CUADRO 6	
DINAMICA DE PATENTAMIENTO DE JAPON POR SECTOR DE USO 1985 -2009.....	60
CUADRO 7	
ALEMANIA INVESTIGACION Y DESARROLLO.....	80
CUADRO 8	
JAPON INVESTIGACION Y DESARROLLO	86
CUADRO 9	
ESTADOS UNIDOS INVESTIGACION Y DESARROLLO	92
CUADRO 10	
NÚMERO DE COEFICIENTES IMPORTANTES	108
CUADRO 11	
COEFICIENTES IMPORTANTES (ALEMANIA, JAPÓN Y ESTADOS UNIDOS)	111
TABLA 1. CLASIFICACIÓN POR PRODUCTIVIDAD E ÍNDICE DE COMERCIO	113
CUADRO 12	
ALEMANIA VINCULACIONES IMPORTANTES DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL	118
CUADRO 13	
JAPÓN VINCULACIONES IMPORTANTES DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL	121
CUADRO	
ESTADOS UNIDOS VINCULACIONES IMPORTANTES DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL	124

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA 1	
TOTAL DE SOLICITUDES DE PATENTES POR OFICINA DE PATENTES DE ESTADOS UNIDOS, JAPON Y ALEMANIA 1883-2008	43
GRAFICA 2	
SOLICITUD DE PATENTES DE LOS RESIDENTES POR OFICINA DE PATENTES DE ESTADOS UNIDOS, JAPON Y ALEMANIA 1963-2008	44
GRAFICA 3	
ESTADOS UNIDOS RED DE INTERRELACIONES DE PATENTES 1985-1989 (NUMERO DE PATENTES)	49
GRAFICA 4	
ECONOMIA DE ESTADOS RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES 1985-1989 (VINCULOS MAS SIGNIFICATIVOS).....	50
GRAFICA 5	
ESTADOS UNIDOS ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO 2005-2009 (NUMERO DE PATENTES) ...	51

GRAFICA 6	
ESTADOS UNIDOS RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES 2005-2009 (VINCULOS MAS SIGIFICATIVOS).....	52
GRAFICA 7	
RED DE INTERRELACIONES DE ALEMANIA 1985-1989 (NUMERO DE PATENTES)	55
GRAFICA 8	
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES DE LA ECONOMIA DE ALEMANIA 1985-1989 (VINCULOS MAS SIGIFICATIVOS)	56
GRÁFICA 9	
ALEMANIA ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO 2005-2009 (NUMERO DE PATENTES).....	57
GRÁFICA 10	
ALEMANIA RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES 2005-2009	58
(VINCULOS MAS SIGIFICATIVOS).....	58
GRAFICA 11	
JAPON RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES 1985-1989 (NUMERO DE PATENTES).....	61
GRAFICA 12	
JAPON RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES DE 1985-1989 (VINCULOS MAS SIGIFICATIVOS).....	62
GRÁFICA 13	
JAPON ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO DE PERIODO 2005-2009 (NUMERO DE PATENTES) 63	
GRAFICA 14	
JAPÓN RED DE INTERRELACIONES PERIODO 2005-2009 (VINCULOS MAS SIGIFICATIVOS).....	64
GRÁFICA 15	
ALEMANIA REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005	79
GRÁFICA 16	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE ALEMANIA 1985	82
GRÁFICA 17	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE ALEMANIA 2005	84
GRÁFICA 18	
JAPON REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005	85
GRAFICA 19	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE JAPON 1985	88
GRÁFICA 20	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE JAPON 2005	90
GRÁFICA 21	
ESTADOS UNIDOS REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005	91
GRÁFICA 22	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE ESTADOS UNIDOS 1985 ...	94
GRÁFICA 23	
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE ESTADOS UNIDOS 2005 ...	95
GRÁFICA 24	
DIAGRAMA DE PARTICIPACIONES SEGÚN CLASIFICACIÓN POR DINAMISMO PRODUCTIVO Y COMERCIAL ALEMANIA, JAPÓN Y ESTADOS UNIDOS	114
GRÁFICA 25	
EGO - REDES. INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL. ALEMANIA, 1985 Y 2005	116
GRAFICA 26	
EGO - REDES. INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL. JAPÓN, 1985 Y 2005	120
GRAFICA 27	
EGO - REDES. INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL. ESTADOS UNIDOS, 1985 Y 2005	123

ABREVIATURAS

(AT)	Alta Tecnología
(BT)	Baja Tecnología
(CI)	Coeficientes Importantes
(C_{in})	Receptor de flujos
(CIPO)	Oficina de propiedad Intelectual de Canadá (siglas en ingles)
(CN)	Controles numéricos
(CNC)	Controles numéricos computarizados
(CnI)	Coeficiente no importante
(C_{out})	Emisor de flujos
(CSIC)	Canadian Standard Industrial Classification
(I)	Intensidad tecnológica indeterminada
(I+D)	Investigación y Desarrollo
(IM)	Industria de manufactura
(IPC)	Clasificación Internacional de Patentes
(MAT)	Tecnología media alta
(MBT)	Tecnología media baja
(MIP)	Matriz insumo -producto
(MT)	Tecnología Media
(NAFINSA)	Nacional Financiera, México
(OCDE)	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
(ONUDI)	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
(PSC)	Productos y sistemas complejos
(SNI)	Sistema Nacional de Innovación
(STAN)	Structural Analysis Database
(SU)	Sector de uso
(TIO)	Tablas Input Output (Insumo Producto)

(Visone)	Visual social network)
(WIPO)	Oficina Mundial de Propiedad Intelectual (siglas en inglés)
(YTC)	Concordancia Tecnológica de Yale
(1a)	Actividades internacionalizadas con ventaja tecnológica
(1b)	Actividades de dinamismo medio orientadas al mercado doméstico
(2a)	Actividades internacionalizadas sin ventaja tecnológica
(2b)	Actividades estancadas

RESUMEN

BIENES DE CAPITAL, FLUJOS TECNOLÓGICOS Y CAMBIO ESTRUCTURAL: LOS CASOS DE ESTADOS UNIDOS, JAPÓN Y ALEMANIA, 1980-2005.

Introducción

La innovación tecnológica se encuentra estrechamente vinculada con el desenvolvimiento de la estructura productiva. Durante mucho tiempo, esta relación era muy evidente, ya que la tecnología como fuente impulsora del crecimiento se asociaba a la inversión en maquinaria y equipo. Ésta última, integraba el componente de innovación que generaba el incremento en productividad. El modelo neoclásico ortodoxo centro el estudio del crecimiento económico en el estudio de Solow (1957), quien explica que la fuente del crecimiento se encuentra en un factor exógeno, que identifica como cambio tecnológico y, de esta manera, resta importancia a la inversión como un determinante del incremento en el producto. En consecuencia, los aportes teóricos recientes, particularmente el neoclásico, centran su atención en los factores que inciden en la generación y desarrollo de innovaciones, pero dejan de lado la vinculación con la estructura económica.

En este trabajo se analiza la importancia de los bienes de capital en Alemania, Japón y Estados Unidos, empleando tablas input-output, durante 1980 y 2005, definiendo la vinculación entre cambio tecnológico y la estructura productiva.

1. Síntesis

El objetivo es demostrar que la industria de bienes de capital vincula la dinámica tecnológica y los procesos de innovación con el desenvolvimiento de la estructura productiva, por ser clave en el desarrollo económico como fuerza motriz del sistema al generar cambio tecnológico, transferir innovaciones y articular el cambio tecnológico con la estructura productiva.

De la Tesis se extraen los siguientes resultados:

a) Desde una visión teórica

Nathan Rosenberg justifica la importancia de los bienes de capital, por su capacidad de generar cambio tecnológico incorporado, así como por su carácter

articulador con otros sectores productivos, favoreciendo el proceso de desarrollo económico.

Por el lado metodológico, el análisis input-output resulta ser el más idóneo para el propósito de la investigación.

b) La importancia del cambio tecnológico

Mediante el estudio de patentes, se demostró que la dinámica de innovación del sector está relacionada con los flujos de conocimiento, al crear y difundir innovaciones, y por su habilidad de asimilar los avances generados en otros sectores.

Con el empleo del “Análisis de Flujo Mínimo”, se determina que los bienes de capital juegan un papel destacado por sus efectos de propagación del esfuerzo innovador; asimismo, por ser generadores de innovaciones, su inversión en I+D se traduce en una alta capacidad para impactar a los sectores con los que se vincula.

Utilizando la metodología de Coeficientes Importantes (CI), se identifica la importancia estructural de los bienes de capital. La mayor vinculación con el comercio mundial impacta en la desarticulación de la estructura productiva interna de los tres países.

En Alemania, las cuatro actividades de bienes de capital poseen efectos multiplicadores del esfuerzo innovador. Su competitividad se sustenta en su carácter innovador y en la retroalimentación con el resto de los sectores.

Los bienes de capital en Japón se caracterizan por ser un núcleo articulador y dinamizador, por su alta productividad, su éxito exportador, su alta complejidad tecnológica y sus altas conexiones interindustriales.

La industria de bienes de capital de Estados Unidos, se desarticula con los grupos de alta productividad, y tiende a especializarse en la producción de pocas ramas.

2. Conclusiones

Se confirma que la producción de bienes de capital es fundamental en el proceso de innovación, por su capacidad de generación de nuevo conocimiento y su potencial para asimilar y difundir el conocimiento generado en el sistema y, además, resulta clave en las estructuras productivas de los países analizados, por su vinculación con los sectores dinámicos (motores de la actividad) y con la actividad productiva en general.

Por lo tanto, el cambio tecnológico incorporado permite abordar y profundizar en el problema de vincular la dinámica de innovación con el desenvolvimiento de la estructura productiva.

SUMMARY

CAPITAL GOODS, TECHNOLOGY FLOWS AND STRUCTURAL CHANGE: THE CASES OF THE UNITED STATES, JAPAN AND GERMANY, 1980-2005.

Introduction

Technological innovation is closely linked to the development of the productive structure. For a long time, this relationship was very evident, since the technology as a driving source of growth was associated with investment in machinery and equipment. The latter integrated component of innovation generated by the increase in productivity. The orthodox neoclassical model focus study of economic growth in the study of Solow (1957), who explains that the source of the growth is in an exogenous factor, that identifies as technological change and, thus, it downplays the investment as a determinant of the increase in the product. As a result, the recent theoretical contributions, particularly the neoclassical, focus their attention on the factors that affect the generation and development of innovations, but they put aside the linkage with the economic structure.

This paper discusses the importance of capital goods in Germany, Japan and United States, using input-output tables during 1980-2005, defining the link between technological change and the productive structure

1. Synthesis

The aim is to show that the capital goods industry linked technological dynamics and processes of innovation with the development of the productive structure, being key in economic development as the driving force of the system to generate technological change, transferring innovations and joint technological change with the productive structure.

Of the thesis are the following results:

a) From a theoretical vision

Nathan Rosenberg justify the importance of capital goods, by their ability to create embodied technological change, as well as its articulating character with other productive sectors, promoting economic development process.

On the methodological side, the input-output analysis turns out to be the most suitable for the purpose of research.

b) The importance of technological change

Through the study of patent, it was demonstrated that the dynamics of innovation in the sector is linked to flows of knowledge, to create and disseminate innovations, and by its ability to assimilate advances generated in other sectors.

By using the "Minimum Flow Analysis", it is determined that capital goods play prominent role by its spillovers effects for their innovative efforts; also, for being generators of innovation, its r & d investment translates into a high capacity to sectors that is linked.

Using methodology of important coefficients (CI), identifies the structural importance of capital goods. The closer links with world trade impact in dismantling domestic productive structure of the three countries.

In Germany, the four capital goods activities have multiplier effects of innovative effort. Its competitiveness is based on its innovative character and the feedback with the rest of the sectors.

Capital goods in Japan are characterized as being a core articulator and dynamic, by its high productivity, its export success, its high technological complexity and its high Interindustry connections.

United States capital goods industry, breaks with groups of high productivity, and tends to specialize in the production of few branches.

2. Conclusions

It is confirmed that the production of capital goods is essential in the innovation process, by its ability to generate new knowledge and its potential to assimilate and disseminate the knowledge generated in the system also it is key in the productive structures of the countries analyzed, because of its link with the dynamic sectors (motor activity) and productive activity in general.

Therefore, embodied technological change allowed address and deepen the problem of linking the dynamics of innovation with the development of the productive structure.

INTRODUCCIÓN

La dinámica económica actual se caracteriza por un ritmo acelerado de cambio tecnológico, lo cual ha hecho posible dos fenómenos interconectados. Por un lado, la integración de un gran mercado mundial, debido al significativo incremento –tanto en ritmo como en volumen– de los flujos comerciales y de conocimiento, gracias a las continuas innovaciones en las tecnologías de la información y de comunicaciones. Por otro lado, las nuevas tecnologías han provocado la descomposición de los procesos productivos, haciendo factible el traslado de diferentes partes de un proceso de producción en distintos espacios geográficos, con el objetivo de abaratar costos laborales, aprovechar cierta dotación de recursos e insumos productivos, así como el acceso a determinados tipos de mercados, fenómeno conocido como fragmentación productiva o desverticalización de la producción.

En conjunto estos dos fenómenos corresponden a una nueva fase de desarrollo del sistema capitalista, conocida como globalización, donde la concentración, la centralización del capital y la continua búsqueda de ganancias monopólicas – proceso al cual ya hacía referencia Marx – son de tal magnitud que han dado lugar a grandes empresas multinacionales, para las cuales las barreras nacionales limitan su proceso de acumulación y, por lo tanto, continuamente buscan su expansión a nivel mundial.

Tal situación, impone nuevos retos para los Estados nación, ya que muchas veces los intereses de las empresas multinacionales se contraponen con los objetivos para el desarrollo económico de los países. Uno de los principales desafíos se centra, precisamente, en la identificación de aquellos factores que inciden en la dinámica de los procesos de innovación y cambio tecnológico, con el fin de planear políticas adecuadas para el desarrollo de las tecnologías y sectores que logren impulsar el crecimiento económico, así como para una inserción más favorable en la actual dinámica mundial.

Por lo anterior, resulta imprescindible entender que la innovación tecnológica se encuentra estrechamente vinculada con el desenvolvimiento de la estructura productiva. Durante mucho tiempo, esta relación era muy evidente, ya que la tecnología como fuente impulsora del crecimiento se asociaba a la inversión en maquinaria y equipo. Ésta última, integraba el componente de innovación que generaba el incremento en productividad. El análisis que inicia Schumpeter, y que continúan muchos otros estudiosos del cambio tecnológico, va más allá, destacando que existen otros factores

relacionados con la generación de las innovaciones. De hecho, muchos de estos estudios, centran su atención en el análisis de los factores que inciden en la generación y desarrollo de tales innovaciones.

Derivado de lo anterior, retomar el estudio del cambio tecnológico incorporado en la maquinaria y el equipo, nos permitiría vincular el cambio tecnológico y la capacidad de innovación de una economía con la estructura productiva y haría posible enfrentar dos grandes retos que impone el actual proceso de globalización: primero, dada la importancia que tienen los procesos de innovación tecnológica, buscar una inserción de la forma más ventajosa posible a esta dinámica mundial, y, en segundo lugar, elaborar propuestas de cambio estructural que garanticen que los avances tecnológicos se traduzcan en un mayor crecimiento económico y bienestar generalizado para la población.

Una de las características de la industria de bienes de capital es su capacidad de articulación. Por ello, resulta necesario estudiar a dicha industria, de tal manera, que sea posible establecer si efectivamente puede considerarse como clave o importante para el desempeño productivo y tecnológico dentro del sistema económico. Al respecto, Rosenberg (1982) señala que tanto la integración como la dinamización de la producción de bienes de capital resultan de crucial importancia, debido a que suponen altos efectos de articulación con el conjunto de la economía, lo que ayuda a la creación y difusión tecnológica dentro del entramado productivo.

En este trabajo se entiende que el funcionamiento de un sistema económico está determinado por la capacidad de los diferentes sectores productivos para realizar intercambios, los cuales no solo implican relaciones comerciales sino también flujos de información – que imprimen la dinámica que define el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por la economía. Esto es, en la medida en que existan vinculaciones entre los sectores con un alto desempeño tecnológico, éstos podrán transmitir sus efectos dinamizadores a todas aquellas actividades que logren mantener activos dichos intercambios y flujos de información.

Por su parte, Leontief (1973) indica que el progreso tecnológico generado de manera continua se beneficia de forma extraordinaria del íntimo contacto entre vendedores y compradores, entre el creador y el posible usuario de un producto o nuevos productos. De ahí que si la industria de bienes de capital produce la maquinaria, el equipo y los componentes para la producción, con el análisis input-output es posible identificar el papel de esta industria dentro de la estructura económica, por ser una

herramienta de análisis que estudia la economía de cualquier país como un sistema, identificando la función que desempeñan los distintos sectores y las relaciones que se establecen entre ellos.

Dicho enfoque entiende al desarrollo económico como el proceso en el que la estructura productiva y sus interrelaciones hacen posible la reproducción y acumulación del capital, por lo que implica no solo el crecimiento económico, sino también la complejización de la estructura productiva (Leontief, 1973). Con ello, los sectores que surjan deben tener importantes efectos de arrastre hacia el conjunto de la actividad productiva (Hirschman, 1958), sin olvidar los elementos de tipo cualitativo como el cambio tecnológico que inciden en el aumento de la productividad, la calidad y la mejora de productos y procesos.

Las ideas de Rosenberg y Leontief, desde sus distintas posturas, permiten justificar teóricamente el estudio del cambio tecnológico incorporado en la producción de nueva maquinaria y equipo, así como en su momento los economistas clásicos, la consideraron uno de los factores que incide en los procesos de transformación de la estructura productiva y, en consecuencia, sobre el desarrollo económico. De hecho, el estudio en torno a la producción de bienes de capital y su importancia como un elemento clave en la estrategia de desarrollo económico, ocupaba un lugar primordial dentro del análisis económico hasta principios de los años ochenta del siglo pasado. A finales de esa misma década, el interés por esta industria se desvanece, se dejan de realizar estudios y publicarse trabajos sobre la relevancia de los bienes de capital, más aún, se hace a un lado la implementación de políticas de promoción e impulso para su desarrollo.

Una de las principales explicaciones para este cambio de visión se encuentra en la forma en cómo la teoría económica dominante entiende el cambio tecnológico, concibiéndolo como un factor exógeno al sistema y, por ende, desvinculado de la dinámica económica. Por lo tanto, desde esta perspectiva se niega la importancia del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo y, por consiguiente, se omite toda formulación de política industrial.

Más puntualmente, la visión neoclásica postula que el crecimiento es independiente de la parte del producto que se invierte, lo que implica que los factores que explican el crecimiento – el cambio tecnológico y la innovación – se encuentran fuera del sistema y de forma puramente desincorporada. Esta conclusión deriva del modelo de Solow (1957), a partir del cual se obtienen dos resultados fundamentales para

la teoría. Primero, una parte importante (85 por ciento) del crecimiento económico a largo plazo, no se debe a una mayor utilización de los factores de producción – capital y trabajo – sino que es explicado por el uso más eficiente de estos recursos; es decir, al crecimiento de la productividad. Esta proporción, se denominó la parte residual del crecimiento del producto, que al no poder ser atribuido al crecimiento de los factores observado en la economía, se identificaba con el cambio tecnológico. En consecuencia, se deriva el segundo resultado, en el largo plazo, en estado estacionario de una economía perfectamente competitiva, la tasa de crecimiento de la economía es independiente de la tasa de ahorro (o de inversión); en otras palabras, cambios en la combinación de los factores a lo largo del tiempo, no requieren abarcar ninguna forma de incorporación de nueva tecnología en capital productivo fijo, lo cual los desvincula de la dinámica de acumulación y, de igual forma, quedan fuera de su marco de análisis (Landau, 1991).

Posteriormente, surge un nuevo enfoque teórico que se denomina neoschumpeteriano o evolutivo (Verspagen, 2000), el cual partiendo de la crítica a algunos supuestos de la teoría neoclásica acentúa la importancia de la innovación dentro del desarrollo económico. En esta perspectiva, el residual desaparece, pero es sustituido por el postulado de la existencia de efectos externos o de derrame, es decir, se supone que las inversiones de todo tipo se influyen entre ellas. Esta teoría reivindica la importancia de la innovación y acepta la existencia de rendimientos crecientes a escala y competencia imperfecta – necesaria para que las patentes y el financiamiento privado de la Investigación y Desarrollo (I+D) jueguen un papel importante. Asimismo, argumenta que las empresas son impulsoras de los mecanismos necesarios para fomentar la actividad innovadora, mientras al Estado le corresponde aplicar políticas que impulsen la canalización de recursos públicos y privados para todas aquellas actividades que promuevan la innovación y, con ello, la competitividad de las empresas. Pese a que este enfoque reivindica de manera destacada el papel de la innovación y el cambio tecnológico, no es tan relevante el análisis de la inversión en maquinaria y equipo, centrándose principalmente en el análisis de los procesos de innovación y sus implicaciones sobre el crecimiento económico.

Un aspecto adicional que debemos considerar es el esfuerzo de esta teoría por vincular al proceso de innovación con la estructura productiva. De esta manera, en el presente trabajo se intenta recuperar la visión de otros autores que han vinculado los indicadores tecnológicos con indicadores económicos con el objetivo de captar de forma

más precisa los elementos que intervienen en el proceso de desarrollo tecnológico, cuando este se estudia bajo la perspectiva de la acumulación de conocimientos y el aprendizaje. En este sentido, señalan que “los avances más recientes en el análisis del cambio tecnológico ponen de relieve que el manejo de los datos sobre el <output> del proceso de innovación desvela algunos de sus aspectos fundamentales que quedan ocultos cuando tan sólo se utilizan estadísticas sobre los recursos invertidos en él”. (Buesa y Molero, 1992: 221).

De esta forma han realizado importantes contribuciones al estudiar la innovación tecnológica y asociarla con la estructura productiva, a partir de lo cual es posible traspasar los límites del proceso de cambio tecnológico y enfocarse en el análisis de las implicaciones que tiene sobre otros fenómenos más amplios como son el proceso de internacionalización, la estructura de mercado y la política industrial, todo ello para el caso de España (Buesa y Molero, 1988 y 1998).

Desde otra visión, existe otros enfoques para los cuales la producción de bienes de capital sigue desempeñando un papel destacado dentro del sistema económico, y que además de señalar su importancia, cuestionan tanto los postulados teóricos como los resultados en sí del modelo económico neoclásico.

Al respecto, destacamos los enfoques que intentan, mediante diversas aproximaciones, endogeneizar el cambio tecnológico en la explicación del crecimiento económico. Bajo esta perspectiva, el residuo es un compendio, a nivel macroeconómico, de las fuerzas que actúan en el ámbito microeconómico – las empresas y los individuos – y, por lo tanto, es una parte de la economía. Entre los resultados más avanzados de este enfoque se desprende la conclusión de que el principal factor que se esconde tras el crecimiento de la economía de Estados Unidos, entre 1974 y 1985, fue el incremento de los insumos capital y trabajo, siendo el crecimiento del capital la principal fuente de aumento del producto, en tanto que el factor trabajo es la segunda, mientras que el aumento de la productividad es la menos importante. Esta perspectiva centra su atención en la movilización de los factores capital y trabajo, más que en las mejoras de la productividad, al contrario de lo que hacen aquellos que priman la importancia de los esfuerzos de I+D (Landau, 1991).

En este sentido, los trabajos de De Long y Summers (1991:477) y De Long, Summers y Abel (1992), aportan evidencias de que el crecimiento de la productividad, de un gran número de países durante el periodo 1870-1980, está fuertemente asociado con la inversión en maquinaria, llegando a la conclusión de que altas tasas de inversión

en maquinaria son un factor que impulsa el crecimiento. Adicionalmente, remarcan que las discrepancias en inversión en equipo provoca un incremento diferenciado en la productividad, ello reivindica que cambios en la inversión en equipo, influirán en el crecimiento. Por lo tanto, estas contribuciones destacan la lógica entre el proceso de cambio tecnológico y las modificaciones en la calidad y cantidad de insumos de producción usados, especialmente, en el largo plazo y en presencia de un profundo proceso de cambio estructural.

Con base en lo anterior, creemos necesario recuperar el estudio de la producción de bienes de capital, retomando una visión similar a la de los historiadores de la tecnología. Bajo esta perspectiva se reconoce la participación estatal en la delineación de políticas, en diferentes economías y para distintos momentos históricos; las cuales, sin embargo, se han caracterizado por impulsar el desarrollo industrial y el cambio tecnológico, a través de políticas agregadas para incidir en un mayor número de sectores y empresas.

Por tanto, una visión del cambio tecnológico incorporado plantea la posibilidad de repercutir en los procesos de innovación, mediante la influencia de ciertas políticas sectoriales de inversión. En este contexto, afirmamos que a partir del estudio de la industria de bienes de capital, es posible demostrar la importancia de la relación entre el cambio tecnológico y la estructura productiva. Relación que, por cierto, no es relevante para el enfoque teórico neoclásico.

En este sentido, el análisis del sector productor de bienes de capital nos permite abordar y profundizar en el problema no resuelto de vincular el cambio tecnológico y la dinámica de innovación con la estructura productiva.

Por lo anterior, la hipótesis que da sustento a la presente investigación es que el cambio tecnológico incorporado en bienes de capital es fundamental dentro de la estructura productiva, debido a que contribuye al funcionamiento de un sistema económico mediante tres mecanismos: 1) la creación y difusión del cambio tecnológico; 2) su vinculación con los sectores dinámicos, los cuales desempeñan el papel de dinamizadores de la actividad económica; y 3) por su papel articulador con el conjunto de la actividad productiva.

Para probar esta hipótesis, recuperamos el análisis estructural como la metodología más adecuada para analizar la evidencia empírica, resaltando la importancia estructural y económica de los bienes de capital, con una visión crítica a la teoría neoclásica.

Cabe hacer mención que el análisis estructural, basado en diferentes metodologías con tablas input – output, puede presentar algunas limitaciones. La primera tiene que ver con el tipo de estudio de estática comparativa, por lo que si bien no es posible registrar los cambios en el tiempo de forma continua, sí permite visualizar las transformaciones en las estructuras económicas en dos momentos diferentes. La segunda, se refiere al nivel de agregación, la que no permite en algunos casos hacer un estudio más minucioso de las distintas actividades. Al respecto, cabe mencionar que para realizar comparaciones de distintas estructuras económicas – ya sean de dos o más países o del mismo país en diferentes momentos–, resulta indispensable la homologación de las tablas input–output, es decir, que las tablas presenten el mismo número de sectores en todas y cada una de las tablas, y dicha homologación no responde a un criterio arbitrario sino que depende de la información disponible para cada país, de ahí que no sea posible desagregar aún más la información que presentamos.

Como ya lo hemos mencionado anteriormente, pese a que el estudio del sector de bienes de capital ha sido relegado del análisis económico, existen varias razones que justifican la importancia de nuestra hipótesis. La principal, tiene que ver con la propia visión de Nathan Rosenberg, de subrayar el papel de este sector, en su función de articulador de la estructura productiva y en la generación y difusión del cambio tecnológico.

No obstante, resulta indispensable hacer dos precisiones importantes. Primero, en los estudios de Rosenberg no se analiza de forma conjunta las dos funciones – *a*) generación y difusión del cambio tecnológico y *b*) articulación con la estructura productiva. Por ello, resulta pertinente un enfoque que investigue si efectivamente el sector de bienes de capital puede ser considerado un factor que permite la articulación productiva y tecnológica de la economía.

Segundo, por las actuales circunstancias de la economía mundial, ya no es factible que ningún país busque la autosuficiencia en la producción de bienes de capital, pero en cambio sí es indispensable que los países implementen políticas industriales, las cuales impulsen el desarrollo de únicamente aquellos sectores productores de bienes de capital vinculados, a su vez, con los sectores de mayor articulación con el conjunto de la actividad productiva y que pueden ejercer los efectos de arrastre e impulso que señalaba Hirschman (1958). Esto es precisamente otra de las razones para recuperar el estudio del sector. Es decir, dentro de la postura teórica neoclásica, el énfasis en los procesos de innovación se trasladó al ámbito microeconómico, dejando de lado las políticas

macroeconómicas y sectoriales. Sin embargo, en el presente trabajo se demuestra que la industria de bienes de capital puede ser considerada como uno de los factores más importantes, que provee al sistema económico de capacidad de innovación, en la medida en que se articula con los otros sectores de la economía, en particular, con los más dinámicos.

Para este fin, abordamos el análisis con un estudio comparativo de la industria de bienes de capital en tres de las economías más avanzadas – Estados Unidos, Japón y Alemania – para identificar la forma en cómo dicho sector se articula con los otros sectores de la economía, y al hacerlo difunde al resto del sistema económico la creación del cambio tecnológico generado en sí mismo como en las actividades con las que establece vinculaciones.

Debe mencionarse que pese a que esta investigación está dirigida al estudio de la fabricación de bienes de capital en tres países desarrollados, y en ningún momento se plantea abordar a los países de desarrollo medio o atrasados, si resulta de particular interés entender la importancia del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital por la importancia que reviste para los países no desarrollados. De tal forma que, desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo, el análisis que proponemos resulta fundamental por dos razones. En primer lugar, porque una gran parte del cambio tecnológico que se introduce en el aparato productivo de estos países proviene de la adquisición de los bienes de capital que se importan de los países desarrollados, siguiendo una de las orientaciones predominantes en las prácticas de innovación adoptadas por las empresas transnacionales, en América Latina, que se señalan en las encuestas de innovación de las que parte el Manual de Bogotá (2001). En este sentido, contar con un panorama de las tendencias de innovación en los países avanzados, permitiría que las economías menos desarrolladas enfocaran sus esfuerzos, no sólo en seguir la dirección de las tecnologías más prometedoras – por medio de la adquisición – sino que también plantearan la producción de ese tipo de tecnologías o, por lo menos, la incursión en alguna parte de la cadena de valor de aquellas que resultaran más complejas, con el fin de ir escalando paulatinamente en dicha cadena.

En segundo lugar, reconocer la dinámica de innovación en el sector de bienes de capital en los países desarrollados, posibilita plantear estrategias para el desarrollo de un sector autóctono en los países atrasados, que dirigiera los recursos productivos hacia aquellas actividades que garantizaran la mayor articulación con otros sectores de la economía nacional. En resumen, tener la convicción de que el sector de bienes de

capital es un factor importante para el análisis y la planeación de las estrategias de desarrollo, puede ser de gran utilidad para los países atrasados, ya que el impulso a este sector puede reunir todos los mecanismos indispensables para proyectar la estructura productiva de un país y alcanzar, no sólo altos niveles de desarrollo tecnológico, sino que también fuera compatible con el fortalecimiento de la estructura productiva y lograr los efectos de arrastre e impulso deseados de los sectores de mayor potencial productivo y de crecimiento, retomando las experiencias de convergencia exitosa que se han producido en los países del Sudeste Asiático (Keun, 2008 y 2010) .

Por todo lo anterior, el objetivo fundamental de esta investigación es demostrar que mediante el estudio de la industria de bienes de capital se puede vincular la dinámica tecnológica y los procesos de innovación con la estructura productiva.

Cabe mencionar que para corroborar estas ideas se desarrollaron cuatro capítulos, tres de los cuales se dedican a realizar el análisis comparativo de tres experiencias diferentes, en tres países con altos niveles de desarrollo económico.

El capítulo primero hace referencia específica a las ideas teóricas de las cuales partimos y que, a su vez, justifican la utilización de la metodología que nos sirvió de base para el trabajo empírico desarrollado. Particularmente, se exponen algunos planteamientos sobre el cambio tecnológico incorporado y desincorporado, así como los elementos teóricos desarrollados por Nathan Rosenberg y las bases metodológicas del análisis input-output.

En el capítulo dos, se plantea el estudio de la influencia del sector productor de bienes de capital en la red de flujos de conocimiento desincorporado, mediante la creación, asimilación y difusión dentro del sistema de patentes de cada país y la influencia que tiene el sector en este proceso de innovación y cambio tecnológico que se plasma en las patentes generadas dentro del sistema económico.

El capítulo tercero presenta los resultados que explican la capacidad de los bienes de capital para generar y difundir nueva tecnología, mediante la utilización de la metodología de “Análisis de Flujo Mínimo”, la cual proporciona la información para evaluar el papel que desempeña la industria de bienes de capital en la economía, en su función de creadora, asimiladora y difusora de nueva tecnología; asimismo, se identifican los patrones de difusión mediante la determinación de sus vínculos y la magnitud de los mismos.

El capítulo cuarto está dedicado al estudio de la articulación de los distintos sectores productores de bienes de capital, tanto con las industrias dinámicas como con el

conjunto de la economía. Esto con la finalidad de reconocer la función que desempeñan y destacar su importancia estructural dentro de cada economía analizada. Para ello, se recurre a la utilización de la metodología de los Coeficientes Importantes (CI), la cual permite identificar el cambio estructural, así como definir la función que desempeñan los distintos sectores de bienes de capital mediante el número de conexiones con el conjunto de la actividad económica.

Para finalizar, se presentan las conclusiones generales, que se organizaron en tres ejes. En el primero se presentan las principales ideas teórico-metodológicas que guiaron el trabajo. Con el segundo se exponen los principales resultados del trabajo empírico que enfatizan la importancia del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital. Finalmente, se ofrece una síntesis de los argumentos que nos permiten afirmar que el cambio tecnológico incorporado en el sector productor de bienes de capital es un elemento clave dentro de la estructura económica.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

La actividad innovadora es un proceso estructurado que se da a través de interacciones iterativas entre individuos, dentro y entre unidades de negocios, y dentro y entre sectores industriales. Por lo tanto, la estructura preexistente de relaciones económicas condiciona dónde los agentes económicos pueden aprender, interactuar y crear nuevas formas de hacer las cosas, y, al hacerlas, crean nuevo conocimiento técnico (Chris DeBresson et al, 1994).

INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se presentan los argumentos teóricos que nos permiten justificar la importancia del estudio del cambio tecnológico incorporado en la maquinaria y el equipo, no sólo por su peso económico relativo, sino principalmente por las funciones que tiene dentro de la estructura económica, entre las que destacan la generación, asimilación y difusión de innovaciones para el sistema productivo, así como su capacidad de articulación.

Al mismo tiempo, se busca que los argumentos teóricos en los que se basa esta investigación, nos permitan sostener que el sector productor de bienes de capital es un elemento capaz de vincular el cambio tecnológico con la estructura productiva. No es una labor sencilla, sobre todo frente a un panorama en el que la teoría neoclásica, la cual a pesar de ser tan cuestionada, mantiene la hegemonía en la determinación de los tópicos económicos más relevantes, de forma tal que temas como la estabilidad macroeconómica, la competitividad microeconómica, o la globalización irreversible, han sido los más recurrentes en la discusión teórica actual.

En este sentido, ¿por qué regresar a viejos tópicos sobre, la inversión, el cambio tecnológico incorporado en la maquinaria y el equipo, si son cuestiones que han perdido importancia teórica? Si bien el estudio del sector de bienes de capital – y todos los temas que lo envuelven – ha perdido relevancia dentro del esquema teórico neoclásico, se constata su importancia económica, e incluso dichos temas podrían ayudar en la explicación de la dinámica tecnológica, competitiva y productiva a nivel mundial.

De hecho, la transformación en la complejidad tecnológica de los bienes de capital, resaltan tanto el nivel de sofisticación alcanzado como las implicaciones que ha

tenido la introducción de nueva tecnología, principalmente, en términos de las trayectorias o patrones de evolución que han trascendido las fronteras nacionales.

En este sentido, podemos señalar tres grandes transformaciones que han modificado dichas trayectorias tecnológicas, en primer lugar, la aplicación de la electrónica en la tecnología mecánica, originando un rango de productos tecnológicos cada vez más sofisticados. Ejemplos típicos son los controles numéricos (CN) aplicados a máquinas herramientas y brazos mecánicos y, posteriormente, los controles numéricos computarizados (CNC). La fusión de ambas tecnologías se conoce como “meca-trónica” y su objetivo fundamental es buscar la automatización de los procesos productivos, lo que con el tiempo dio paso a la robótica y al diseño de procesos de producción relativamente automatizados. La introducción de los sistemas de cómputo tiene un efecto de retroalimentación acumulativa que, además, de incidir en la automatización de los procesos, se utilizan en el diseño por computadora tanto de la maquinaria y el equipo empleado en los mismos procesos productivos como en los productos, provocando la renovación de sectores tradicionales. Debido al surgimiento de los nuevos productos y sectores productivos, derivados de esta nueva tecnología, se reconoce que es un factor que impulsó la revolución tecnológica (Kodama, 1992).

La segunda transformación ha implicado el surgimiento de un conjunto de bienes de capital de alto valor agregado, cuya característica principal es que son de alto costo, intensivos en tecnología, sistemas, redes, unidades de control, paquetes de software, construcciones y servicios, que se han denominado “productos y sistemas complejos” (PSC). De acuerdo con esta definición, son un subconjunto de bienes de capital caracterizados por ser de alta tecnología que apuntalan la provisión de servicios y manufactura – el "esqueleto tecnológico" de la economía moderna (Hobday, 2000).

Las anteriores características marcan una tendencia en la evolución de las formas de organización, nos referimos específicamente al mayor grado de especialización relacionado con la disponibilidad de componentes tecnológicos que pueden ser adquiridos en el mercado. Empero, como contraparte, la integración de partes complejas y las necesidades específicas de los usuarios tienden a conformar redes de innovación, donde la participación de los proveedores y usuarios resulta clave, ya sea en las tecnologías de producción o en la de productos finales. No obstante, esta mayor especialización y conformación de redes en la fabricación de los PSC, ha propiciado un esquema de organización que intenta mantener al interior de las empresas las

“competencias medulares”, entre las que se encuentran el diseño, la investigación y el desarrollo tecnológico, lo cual genera un proceso de desverticalización.

Esta tendencia a la desverticalización genera la tercera gran transformación, que implica un proceso creciente de subcontratación, dando lugar a lo que algunos autores identifican como “red de producción modular”, la cual conduce a una profundización de competencias y un incremento en la escala de las empresas proveedoras, denominadas “llave en mano”, debido a que proporciona un rango completo de productos y servicios sin mucha asistencia – o dependencia – de las empresas principales. Bajo este nuevo esquema de organización se ha hecho indispensable añadir áreas de competencias enteramente nuevas para alcanzar la creciente demanda de servicios completos de soluciones subcontratadas, incrementando con ello el alcance de actividades, particularmente con los oferentes de maquinaria y equipo especializado (Sturgeon, 2002).

Las grandes transformaciones en la producción de bienes de capital y el cambio tecnológico que incorporan, tienen repercusiones en las trayectorias tecnológicas de los países, específicamente, en sus estructuras productivas. Pese a la importancia de dicho fenómeno, es poco analizado, por lo que consideramos pertinente abordar estos temas con un respaldo teórico sólido.

Para destacar la relevancia teórica del sector y su tratamiento empírico, el presente capítulo se organiza de la siguiente forma: en la primera sección, se presentan algunos esfuerzos teóricos que pretenden vincular el cambio tecnológico con la dinámica productiva y las características sectoriales. En la segunda se exponen los elementos teóricos desarrollados por Rosenberg, quien le da sustento a nuestra hipótesis sobre la importancia que tiene el sector productor de bienes de capital como creador y difusor de cambio tecnológico así como su papel articulador de la estructura productiva. En la tercera sección, se exponen las ideas más relevantes para justificar la utilización de la metodología de input-output como la mejor herramienta de análisis para estudiar de forma conjunta el cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo con la articulación productiva. Finalmente, se presentan las conclusiones relativas al enfoque teórico y su posterior comprobación empírica.

1.1 Cambio tecnológico incorporado vs. Cambio tecnológico desincorporado

En los análisis de los autores clásicos el sector de bienes de capital era considerado importante, identificando teóricamente la función que desempeña dentro del sistema económico. En particular, Carlos Marx fue uno de los teóricos que más profundizó en su estudio, en sus esquemas de reproducción ubica la fabricación de este tipo de bienes dentro del sector I, productor de medios de producción. Específicamente, nos referiríamos a la fabricación de capital constante fijo¹. En este sentido, el sector que produce la maquinaria y el equipo tiene la característica intrínseca de desarrollar constantemente las fuerzas productivas, por la lucha intercapitalista – en la búsqueda de un plusvalor cada vez mayor y extraordinario – propicia el desarrollo de la ciencia y la tecnología aplicadas al proceso productivo y a su organización, lo que hace necesaria una inversión cada vez mayor y una mano de obra más calificada, debido a que la forma de explotación del trabajo se hace más predominante sobre la forma de extracción del plusvalor relativo (Marx, 1987: 451).

Por ende, se requiere de un desarrollo científico y tecnológico creciente, el que debe responder a las exigencias del desarrollo industrial. De la misma forma, este sector debe adecuarse a las necesidades de la nueva producción, es decir, conforme se avanza en fases más complejas, las mercancías que se producen requieren de una tecnología apropiada que responda a las exigencias de la demanda, la cual se ha venido transformando continuamente. Así la duración y el diseño físico de los bienes de capital, queda subordinado al proceso de acumulación de capital, al cambio estructural, al mismo progreso tecnológico, así como a la norma de consumo y al marco de institucionalidad que crea el propio desarrollo del capitalismo (Boyer, 2003).

Continuando con el análisis de Marx, Lowe (1976) realiza un aporte significativo referente al papel que juega el sector de bienes de capital, quien lo denomina “capital real”. Para este autor, el “capital real” tiene tal relevancia que debe ser considerado en el tratamiento teórico del crecimiento económico. De hecho argumenta que este factor, a todos los niveles de industrialización, es responsable de la mayoría de los cuellos de botella cuando la tasa de crecimiento aumenta, y del derroche de insumos disponibles

¹ Dentro de esta categoría, Marx considera todos aquellos elementos que puedan ser considerados medios de producción incluyendo los edificios, el ganado de labor, entre otros: sin embargo, para efectos de nuestro análisis sólo consideramos el capital constante fijo que introduce cambio tecnológico directamente en el proceso productivo, como es el caso de la maquinaria, el equipo y los instrumentos de trabajo. (Marx, 1987, Tomo II, p.353).

cuando estos fallan. Estas consideraciones iluminan la posición clave que tiene "el capital real" en el crecimiento de una economía industrial.

Lowe indica que la formación de capital real o acumulación es tanto un insumo como un producto y, por tanto, es un factor productivo sujeto al tipo de mecanismo circular o relación de retroalimentación que es atribuido a todos los factores por los escritores clásicos. Ésta característica otorga al análisis de los problemas de capital un grado de rigor no encontrado en otro fenómeno económico directamente expuesto a las influencias heterogéneas del ambiente social y natural.

Debido a que el capital real no es un factor "original" sino que es el resultado de procesos económicos, en los cuales éste participa como uno de los determinantes, puede servir como el camino a través del cual la influencia de los factores primarios y sus cambios – oferta de trabajo, recursos naturales, propensión a ahorrar, y, sobre todo, tecnologías "incorporadas" – son conducidas en el proceso industrial. Ésta función auxiliar pero totalmente abarcadora del capital real, nos permite tratar la acumulación y la desacumulación como problemas genuinamente económicos, lo que a su vez califica esta versión como una teoría económica del crecimiento (Lowe, 1955).

No obstante los argumentos antes señalados, el estudio y la importancia teórica del sector de bienes de capital fue relegada del análisis económico. Con el nuevo modelo de desarrollo económico, que se instauró a partir de la década de los ochenta, la concepción teórica sobre el cambio tecnológico dejó de considerar la influencia de la inversión en maquinaria y equipo.

En este sentido, la teoría neoclásica considera al cambio tecnológico como exógeno al sistema, dejando de lado el enfoque estructural y de políticas macroeconómicas y sectoriales. Por este motivo, retomamos otras perspectivas de análisis, más acordes con la visión de ésta investigación, para resaltar la importancia del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital y demostrar que el sector provee de una elevada capacidad de innovación al sistema económico, en la medida en que se articula con otros sectores de la economía, particularmente con los más dinámicos, por sus fuertes efectos de encadenamiento con el resto de las actividades productivas.

Desde una perspectiva crítica a la teoría neoclásica, surge un nuevo enfoque teórico denominado neo-schumpeteriano o economía evolutiva (Verspagen, 2000). Dentro de este enfoque se identifican tres aportes que resultan muy importantes para la presente investigación. En primer lugar, su visión del cambio tecnológico, el cual se concibe como un proceso evolutivo, dinámico, acumulativo y sistémico. El cambio

tecnológico es, por lo tanto, un proceso endógeno que va desarrollándose a lo largo del tiempo, basado en un carácter acumulativo de capacidades tecnológicas, dentro de un determinado ambiente económico y social el que mantiene una constante interrelación entre las partes que intervienen en el mismo proceso.

Una segunda contribución de esta teoría es la idea de que el cambio tecnológico es el resultado de un proceso de constante interacción e intercambio de información asociado a la idea de un sistema. Lundvall (1992), señala que el Sistema Nacional de Innovación (SNI) es un sistema social cuya actividad central es el aprendizaje y el cual está constituido por elementos y sus relaciones (enraizado al interior de las fronteras de un estado nación), los cuales interactúan en la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento económicamente útil, cuyos factores fundamentales son el aprendizaje tecnológico y la construcción y aprovechamiento de capacidades tecnológicas.

El tercer aporte que resulta interesante desde la visión de este trabajo, se relaciona con la identificación de ciertos elementos que resaltan la importancia del sector de bienes de capital. Al respecto, se destacan, a su vez, dos contribuciones. Por un lado, Dosi, Pavit, Soete (1993), resaltan la importancia de la producción de bienes de capital en el proceso de cambio tecnológico, en tanto:

- a) Todo cambio técnico (y especialmente las innovaciones de producto) que ocurren en el sector de bienes de capital, expande la población de adoptantes potenciales de la innovación en el sector usuario.
- b) La tasa de progreso técnico ejerce una influencia positiva sobre la tasa real de difusión, ya sea mediante el mejoramiento del desempeño en el sector de bienes de capital como por la caída en el desempeño ponderado de precio relativo.
- c) El tamaño y la tasa de cambio de la demanda final, por el contrario, ejercen una influencia positiva sobre la tasa de cambio técnico en el sector de oferta.
- d) El nivel tecnológico y el requerimiento de la industria usuaria (su grado de sofisticación, la complejidad de sus productos, etc.), generalmente, ejercerán un efecto de inducción sobre el nivel tecnológico de las industrias oferentes.
- e) La existencia de cuellos de botella tecnológicos, de enigmas técnicos y de organización no resueltos en la industria usuaria representa un mecanismo de convergencia que influirá en la trayectoria tecnológica del progreso en la industria de bienes de capital.
- f) La naturaleza del patrón de progreso tecnológico en el sector productor de innovaciones, por el contrario, generalmente ejercerá un efecto poderoso sobre

la tendencia en el progreso técnico para usuarios y, más aún, sobre la naturaleza de los productos.

Por otro lado, Pavitt y Patel (1994) demuestran la relevancia del desarrollo tecnológico realizado, específicamente, en la producción de maquinaria no eléctrica, el cual representa casi el 40 por ciento del cambio técnico, medido en términos de patentes y gasto en I+D, incluyendo a pequeñas y grandes empresas. Argumentan que aun cuando existe una relativa facilidad de entrada en la producción de maquinaria no eléctrica, las grandes empresas están interesadas en su producción, ya que las hace una parte esencial del arsenal de su competencia en casi todas las industrias. Estas empresas suelen desarrollar y operar los sistemas de producción y / o de productos complejos que combinan e integran los insumos de las tecnologías basadas en la ciencia y mecánicas. La introducción de constantes ajustes y mejoras en estos sistemas durante el diseño y el desarrollo, así como después de la experiencia en el uso, son un reflejo de los propios flujos tecnológicos entre los proveedores y usuarios de tales tecnologías. Al respecto, estos autores sostienen que las espectaculares mejoras en las tecnologías basadas en ciencia crean cuellos de botella sistémicos, desequilibrios y restricciones que pueden remediarse sólo a través de mejoras constantes en tecnologías mecánicas.

No obstante, estos aportes por parte de esta teoría con relación a la importancia que tiene el sector de bienes de capital dentro de sus estudios, hay muy pocos estudios específicos sobre este sector, y sus principales esfuerzos se han centrado en el análisis de los procesos de innovación y sus implicaciones sobre el crecimiento económico.

Cabe mencionarse que uno de los esfuerzos más destacados es el trabajo realizado por Keith Pavitt, quien con su taxonomía sectorial buscó identificar la naturaleza de la actividad innovadora, ya sea incorporada o desincorporada, tratando de reconocer ciertos patrones tecnológicos en la industria. Esta propuesta se basa en el estudio de las características de cerca de 2000 innovaciones importantes introducidas en el Reino Unido de 1945 a 1979. Dicha taxonomía representa un intento por describir y explicar similitudes y diferencias entre empresas y sectores en términos de la fuente, naturaleza e impacto de actividades innovadoras, destacando la distinción de cambio tecnológico incorporado versus desincorporado, así como también entre producción y uso de innovación (Pavitt, 1984).

A grandes rasgos la taxonomía de Pavitt resalta que los patrones tecnológicos difieren en dos aspectos: (i) en la fuente de tecnología usada por las empresas para innovar, esto es, en el grado por el cual la tecnología es generada dentro del sector o es

adquirida de otros sectores; y (ii) en la importancia de innovaciones de producto y proceso.

A partir de estas diferencias identifica cuatro grandes sectores: (1) Sectores dominados por el proveedor, utilizan fuentes tecnológicas externas mediante la compra de nueva maquinaria y equipo, las innovaciones son de proceso; (2) en Sectores intensivos en escala, la actividad innovadora de las empresas se basa en la introducción de técnicas intensivas en el uso de capital, encaminadas a explotar economías de escala y reducir costos de producción; (3) Sectores oferentes especializados, empresas especializadas en la producción de equipo e instrumentos, usados como innovaciones de proceso por los otros sectores; (4) en Sectores basados en ciencia, las empresas basan sus innovaciones en gasto en I+D, explotando los avances ocurridos en los campos científicos y tecnológicos más relevantes dentro de su área de especialización.

De esta clasificación se establece que las formas incorporadas de cambio tecnológico y la introducción de nuevas tecnologías de proceso a través de actividades de inversión, juegan un papel importante en los sectores dominados por el proveedor e intensivos en escala. En la primera categoría, sectores dominados por el proveedor, la tecnología producida en otros sectores es adquirida y empleada a través de inversión en nuevas innovaciones de proceso. Un patrón incorporado de cambio tecnológico también caracteriza las empresas e industrias intensivas en escala. No obstante, en los sectores proveedores especializados y basados en ciencia, el cambio tecnológico se desarrolla a partir del conocimiento codificado o desincorporado, y debe traducirse en una forma incorporada ya sea en producto o proceso. Dicho desarrollo tecnológico requiere de la interrelación con otros sectores para poder lograr su implementación y, por tanto, su difusión.

Desde otro enfoque y haciendo uso de tablas de input-output basadas en gasto en I+D y datos de patentes, otros estudiosos buscan relacionar los efectos de derrames de tecnología desincorporada y su impacto económico (Scherer, 1982, 2003; Schnabl, 1995; Leoncini, Maggioni y Montresor, 1996; Pao-Long Changa y Hsin-Yu Shih, 2005; Kortum y Putnam, 1997; Johnson y Evenson, 1997).

Scherer en su trabajo seminal de 1982 construye una matriz de flujos de tecnología inter-industriales, combinando información de gasto en I+D y de actividades de patentes asociadas con el sector origen y destino de patentes. Con esta información, al clasificar tanto a las actividades de I+D como a las patentes de acuerdo a las industrias de origen y uso, se identifica la estructura de interdependencia tecnológica

entre sectores de producción y uso de innovaciones. En un trabajo más reciente, contrasta esta metodología con la utilización de tablas input-output, corroborando sus primeros resultados y acentuando el poder explicativo de la utilización de las herramientas del análisis input-output para el cálculo del crecimiento de la productividad (Scherer, 2003).

Los trabajos de Scherer (1982 y 2003) han motivado la investigación empírica, con la idea de evaluar el impacto de ambas actividades tecnológicas en el crecimiento de la productividad a nivel sectorial, distinguiendo entre dos conjuntos de estudios según el tipo de información empleada, así encontramos los que centran su análisis en la utilización de la información del gasto en I+D y su relación con los flujos inter-industriales (Schnabl, 1995; Leoncini, *et al.* 1996; Pao-Long Changa and, Hsin-Yu Shih, 2005) y, por otra parte, aquellos que usan datos de patentes, desarrollando interesantes metodologías que facilitan el uso de esta información a nivel sectorial y haciéndolos compatibles con las clasificaciones industriales (Kortum y Putnam, 1997; Johnson y Evenson, 1997). Estos últimos trabajos tienen la particularidad de establecer la actividad patentadora por tipo de sector industrial de manufactura y por sector de uso para el conjunto de la economía.

No obstante el avance en la identificación de patrones sectoriales de innovación y su vinculación con la dinámica económica a nivel sectorial, estas investigaciones no distinguen entre los diferentes tipos de derrame tecnológico según las tecnologías de producto o de proceso desarrolladas y sus peculiaridades según las distintas industrias. A lo que también se añade el inconveniente de que estos resultados empíricos presentan cierto grado de incertidumbre por la dificultad de separar los efectos de derrames tecnológicos incorporados y desincorporados.

De otro lado, una serie de trabajos a partir de otros indicadores y metodologías también identifican los flujos tecnológicos, así como sus efectos en la productividad. En estas investigaciones, los flujos tecnológicos destacan lo que podría ser llamado "derrames incorporados", a diferencia de los anteriores trabajos que se basan más en los derrames "desincorporados" o de conocimiento. Los resultados de estos estudios han confirmado un efecto positivo del gasto en I+D incorporado en insumos intermedios y bienes de capital en la productividad, con resultados más significativos para los últimos (Griliches y Lichtenberg, 1984; Terlecky, 1974).

El empleo de las tablas input-output es una práctica común para medir flujos tecnológicos y derrames entre industrias y, con ello, implícitamente se reafirma la

importancia del cambio tecnológico incorporado. El autor precursor de este instrumental es Terleckyi (1974), seguido por numerosos autores como Scherer (1982), Papaconstantinou, Sakurai y Wyckoff (1996), Sakurai, Papaconstantinou y Ioannidis (1997) y, más recientemente, Hauknes y Knell (2009). Todos estos estudios comparten la idea de que un grupo restringido de sectores mantienen una importancia crítica al ser los productores netos de tecnología para el resto del sistema económico; asimismo, comprueban que la tecnología incorporada en insumos intermedios y de capital representan una gran proporción de toda la tecnología concentrada en el producto final, con considerables diferencias entre países. Así, mientras la inversión de capital representa ampliamente el cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo productivo, los productos intermedios incorporan avances tecnológicos en materias primas y componentes.

En este tipo de investigaciones se ha mostrado que la "intensidad innovadora", a nivel sectorial y de país, cambia marcadamente si se considera, que el gasto en I+D es de origen interno, o bien, si es adquirido indirectamente a través de insumos intermedios y bienes de capital. La importancia de la tecnología incorporada en capital fijo se confirma por el incremento en la participación del I+D integrada en inversión de capital, en la mayoría de los países durante las últimas décadas, mostrando además una relativa disminución del I+D incorporado en productos intermedios (Papaconstantinou, *et al.*, 1996).

Una revisión de la literatura y resultados empíricos sobre las interdependencias tecnológicas está contenida en el libro editado por DeBresson, con ... [*et al.*] (1996). Este autor ha trabajado extensamente con tablas tecnológicas de input-output construidas sobre los datos provistos por encuestas de innovación. DeBresson afirma que la actividad innovadora es un proceso estructurado que surge de interacciones iterativas entre individuos, dentro y entre unidades de negocios, y dentro y entre sectores industriales. Por lo tanto, la estructura preexistente de relaciones económicas condiciona dónde los agentes económicos pueden aprender, interactuar y crear nuevas formas de hacer las cosas, y, al hacerlas, crean nuevo conocimiento técnico (DeBresson, Sirilli, Hu y Luk, 1994).

En esta tesis, pretendemos comprobar que la industria de bienes de capital no sólo es relevante como generadora de nueva tecnología, sino que tiene una importancia económica fundamental dentro de la estructura productiva de cualquier economía y con el empleo de la metodología de insumo – producto, confirmaremos su importancia. Pero

antes, consideramos necesario darle mayor sustento teórico, presentando a continuación los argumentos de uno de los principales estudiosos sobre el tema.

1.2 Elementos teóricos desarrollados por Nathan Rosenberg en torno a la industria de bienes de capital.

Nathan Rosenberg ha sido uno de los autores que más ha profundizado en el estudio del sector de bienes de capital, analizando en detalle las características técnicas de dicho sector y su vinculación con el papel que desempeñan dentro del sistema económico. Desglosando analíticamente sus aportaciones, podemos identificar tres funciones que se complementa entre sí. Nos referimos, en primer lugar, a la generación de cambio tecnológico, y su relación con la inversión, mediante la introducción de pequeñas mejoras en la maquinaria o la creación de maquinaria completamente nueva. En segundo lugar, su capacidad para difundir nuevo conocimiento incorporado en la maquinaria a través de la introducción de innovaciones provenientes de otros sectores, o por la adopción y adaptación de nueva tecnología proveniente de otros países, esto último a partir de la transferencia de tecnología. Y, finalmente, su papel de integración de la estructura productiva, gracias a las múltiples interrelaciones que establece entre los distintos sectores.

1.2.1. La función de generación de cambio tecnológico y su vinculación con la inversión.

A partir del análisis histórico del proceso de industrialización y desarrollo de la economía Norteamericana, Nathan Rosenberg, profundiza en el estudio del sector de bienes de capital, particularmente, en la función que desempeña con respecto al cambio tecnológico. De sus estudios se derivan interesantes aportaciones teóricas, de gran relevancia para nuestra investigación.

Rosenberg (1963:223), subraya que la facilidad que ha desarrollado el sector en el diseño y la producción de maquinaria especializada, es la característica más relevante de una industria de bienes de capital bien organizada y, al mismo tiempo, constituye una economía externa de enorme importancia para los otros sectores de la economía, por ser la mayor fuente de innovaciones ahorradoras en capital por la continua mejora en la eficiencia de la producción de la maquinaria y el equipo. De hecho, señala que gran parte de las innovaciones más significativas en la tecnología de Occidente provienen de este sector.

Al analizar de manera detallada el papel de los bienes de capital en el proceso de desarrollo tecnológico y el crecimiento económico, Rosenberg (1963) destaca que dicho sector juega un papel crucial, debido a que todas las innovaciones requieren que el nuevo bien (máquina) cumpla ciertas especificaciones, ya sea para la introducción de un producto nuevo o una forma novedosa de producir uno ya existente.

De esta manera, se reconoce que para impulsar la producción de bienes de capital es necesario un proceso de aprendizaje, que genera un alto grado de especialización, lo cual no es común en muchas economías durante las primeras etapas del desarrollo, por la carencia de capacidades técnicas y productivas. En este sentido, la introducción de un nuevo producto requiere un proceso de adaptación y ajuste en la propia producción de la maquinaria la cual no existe en una fase inicial. En este caso, señala que es preferible tomar una trayectoria ahorradora de trabajo, al menos, hasta que se genere un acervo sustancial de capital y una industria de bienes de capital que esté en posibilidades de abastecer a un mercado que exceda algún tamaño crítico mínimo. Sin embargo, Rosenberg remarca la trascendencia de acelerar la tasa de formación interna de capital en el desarrollo económico, debido a que una alta tasa de acumulación de capital es una precondition para el crecimiento del sector. Argumenta que una alta tasa de inversión es un determinante fundamental del rápido cambio tecnológico, a tal grado que una de las fuerzas impulsoras del crecimiento de los actuales países de altos ingresos, ha sido el dinamismo tecnológico de sus industrias de bienes de capital, las cuales mantienen la eficiencia marginal del capital en un alto nivel (Rosenberg, 1963: 227).

En un trabajo más reciente, Rosenberg y Mowery (1998), especifican que la contribución del cambio tecnológico al crecimiento económico raramente es independiente de la inversión, porque la mayoría de la nueva tecnología necesita estar incorporada en los bienes de capital, que son los vehículos para su introducción. Esto es, la mayoría de la nueva tecnología entra en la vida económica únicamente como el resultado de una decisión de inversión.

En los trabajos de Rosenberg hallamos argumentos sólidos para afirmar que el sector de bienes de capital puede considerarse un factor clave en cualquier economía, por su capacidad de generación de cambio tecnológico, y su incidencia en las decisiones de inversión definidas según la estructura productiva de cada nación. Sin embargo, para complementar la visión de Rosenberg se tiene que reforzar dos aspectos, por un lado, la importancia del contexto económico mundial y la forma de integración de cada país; y, por otro lado, profundizar en el estudio de las características del sector.

1.2.2. La capacidad de difusión y transferencia de tecnología.

Una de las funciones más importantes de la industria de bienes de capital es la de asimilar, adaptar y difundir el cambio tecnológico generado interna o externamente a la economía, lo que involucra gran capacidad interna para modificar y adaptar. Una economía que carece de dicha capacidad interna presenta ciertas dificultades para aprovechar todo el potencial de las innovaciones desarrolladas en otros lugares. De esta forma, el factor que determina el éxito de la transferencia de tecnología es la emergencia temprana de la capacidad tecnológica interna y, por ende, una economía que posea o pueda adquirir ésta capacidad estará en mejor posición de asimilar tecnologías más avanzadas del exterior, como lo hizo Japón.

Para Rosenberg la importación de tecnología externa requiere un nivel mínimo de habilidades tecnológicas, para modificar y adaptar la tecnología extranjera a las necesidades locales así como para proveer las bases de una selección inteligente entre un amplio rango de potenciales proveedores externos. La elección apropiada entre tecnologías alternativas, presupone un conocimiento tecnológico considerable, difícil de adquirir en ausencia de cualquier experiencia y capacidad interna. El desempeño de la industria japonesa es el reflejo de ello, que pese a que este tipo de habilidades técnicas no fueron responsables de ninguna importante invención original, ésta capacidad les ha permitido asimilar un amplio inventario de tecnologías extranjeras y adecuarlas a sus propios requerimientos con un alto grado de sofisticación. Rosenberg (1982: 273) señala que lo que más interesa de una economía mundial altamente integrada no es su habilidad inventiva sino la capacidad para explotar nuevas oportunidades tecnológicas, cualquiera que sea el país de origen. Así, la transferencia tecnológica es una actividad en proceso, donde las mejoras en ingeniería reducen el costo real de tecnologías importadas, haciéndolas más productivas.

Por lo tanto, el desarrollo de la capacidad interna es indispensable porque permite, por una parte, la posibilidad de asimilar y adaptar nueva tecnología reduciendo la alta vulnerabilidad frente a cambios repentinos en la demanda de estas tecnologías en el exterior y, por otra parte, generar efectos positivo para la economía al propiciar un alto nivel de capacitación y aprendizaje de la fuerza de trabajo, un ejemplo claro son aquellos países que durante los siglos XIX y XX tenían las poblaciones mejor educadas y, con ello, fueron los más exitosos en asimilar la tecnología del exterior (Rosenberg, 1982:247).

Pese a la riqueza teórica del planteamiento de Rosenberg, consideramos que existe una limitante al no mencionar algún mecanismo para una selección adecuada de las ramas a desarrollar que integran al sector productor de bienes de capital. En este sentido, creemos que puede existir algún tipo de especialización en la producción de aquellas actividades que favorezcan el proceso de desarrollo económico, en la medida en que sean capaces de vincularse con los sectores más dinámicos o de mayor potencial para impulsar la dinámica de crecimiento económico, lo que depende de la propia estrategia de desarrollo seguida por cada economía. De tal forma que si una economía está muy volcada hacia el mercado externo, sus sectores dinámicos serán los más exportadores, o bien, si el mercado interno es el principal motor de crecimiento, los sectores de mayor impulso al crecimiento están más vinculados con la dinámica interna; ello, sin embargo, dependerá de la forma de integración y articulación de la industria de bienes de capital a la estructura productiva.

1.2.3. Articulación

Todas las funciones de la industria de bienes de capital están estrechamente interrelacionadas; sin embargo, tanto la integración como la dinamización, nos resulta de crucial importancia debido a que suponen amplios efectos de articulación con el conjunto de la economía, lo que ayuda a la creación y difusión tecnológica dentro del entramado productivo y su efecto de dinamización de la actividad económica.

Para Rosenberg (1982), si bien los principales beneficiarios del avance tecnológico en la producción de bienes de capital son las industrias usuarias, el beneficio total es ampliamente difundido en una economía a partir de unidades productivas crecientemente especializadas y con altas tasas de compras interindustriales. Por ello, el impacto económico del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital necesita ser entendido no solamente en términos del impacto directo de reducción de costos, sino de la fuerza de sus eslabonamientos hacia atrás y hacia delante, es decir, de la capacidad de difusión tecnológica de las empresas especialistas en la producción de maquinaria y equipo.

En términos de sus eslabonamientos hacia atrás, deben considerarse los gastos requeridos para maquinaria, equipo, construcciones y materia prima, de tal forma que la innovación inicial y los requerimientos de inversión promueven decisiones de inversión en el sector de bienes de producción. Históricamente, ésta ola de inversión frecuentemente reproduce una segunda ola de innovaciones hacia los procesos centrada

en el sector de bienes de producción. Este último conjunto de innovaciones tienden a incrementar la productividad de la economía más allá de los sectores específicos que originaron la actividad innovadora (Rosenberg y Frischtak, 1983).

Por otra parte, el impacto del cambio tecnológico incorporado también depende de la fuerza de sus eslabonamientos hacia delante. Primero, a través de la reducción en el precio de los productos por las mejoras en los procesos, identificándose como innovaciones incrementales, que permiten la expansión en el tamaño de sus mercados y, por lo tanto, en la tasa de acumulación de capital, crecimiento del producto y progreso técnico en estas industrias. Segundo, las innovaciones inducen la creación y difusión de nuevos procesos para nuevos productos, propiciando la creciente adopción de la innovación original, innovaciones radicales (el microchip). El impacto depende de la innovación inicial y la relación con los sectores claves de la economía (Rosenberg, 1982: 74).

En suma, los flujos inter-industriales de nuevos materiales, componentes transferidos a través de la maquinaria y el equipo, generan mejoras de producto y reducción de costos para el conjunto de la economía. Tal es el caso de industrias productoras de bienes – máquinas herramientas, química, equipo eléctrico y electrónico, las cuales experimentaron considerables mejoras en producto y proceso, sin necesariamente realizar ningún gasto de investigación propia. Según Rosenberg (1982), éstos flujos interindustriales de tecnología son una de las características más distintivas de la sociedad capitalista, donde el flujo de las innovaciones de unas pocas industrias es el responsable de generar un desproporcionado monto de cambio tecnológico, mejoras en productividad y crecimiento del producto en la economía.

Rosenberg (1982) considera que una limitación fundamental en la literatura sobre innovación tecnológica es la incapacidad de considerar completamente estas relaciones interindustriales. Limitante que puede ser superada por el análisis input-output que tiene el mérito de corregir ésta deficiencia al transformar los factores de la producción – capital y trabajo – en un flujo de insumos intermedios. Esta metodología posibilita el estudio del proceso de cambio tecnológico examinando las modificaciones en los requerimientos de insumos intermedios y supera los análisis altamente agregados que pierden gran cantidad de información al no considerar las relaciones intermedias.

Para Rosenberg, la gran virtud del análisis input-output, es poder entender tanto la interdependencia estructural del sistema económico, como los cambios en el tiempo en dichas interdependencias, proporcionando medidas cuantitativas (coeficientes de

input-output) de los flujos interindustriales de bienes y servicios. Estas mediciones son una buena aproximación al cambio tecnológico incorporado, y permiten medir la destacada participación del sector de bienes de capital y las interdependencias que genera, reforzando la idea de dicho sector dinamiza al conjunto de la economía y resulta ser clave en el proceso de desarrollo económico Rosenberg (1982: 72)

En este sentido, resulta adecuado recuperar el planteamiento de Leontief, quien desde nuestra perspectiva presenta una metodología analítica que permite llevar a la práctica las ideas teóricas de Rosenberg y, de ahí, poder realizar un estudio detallado del papel que ha desempeñado el sector de bienes de capital en la estructura productiva de los países estudiados.

1.3 El Análisis Estructural

En los planteamientos de Leontief referentes al análisis input-output, encontramos una justificación analítica muy poderosa para el estudio de las interrelaciones al interior de la economía a un nivel más desagregado, y dado que nos interesa identificar el papel que desempeña el cambio tecnológico incorporado en los bienes de capital en la dinámica de innovación y su efecto sobre el conjunto de la actividad económica, consideramos que es el marco analítico idóneo. De hecho, el mismo Leontief señala que el progreso tecnológico generado de manera continua, se beneficia de forma extraordinaria del íntimo contacto que se establece entre vendedores y compradores, entre el creador y el posible usuario de un producto o nuevos productos (Leontief, 1973: 124). Por lo tanto, siendo la industria de bienes de capital un productor de la maquinaria, el equipo y los componentes para la producción, el análisis input-output permite identificar la importancia que tiene dicha industria dentro de la estructura productiva.

Son tres las principales cualidades que se pueden destacar del análisis estructural desarrollado por Leontief. La primera de ellas se refiere a la virtud de brindar herramientas de análisis para estudiar a la economía de cualquier país como un sistema, pero con la posibilidad de identificar la función que desempeña cada una de sus partes; es decir, a nivel de los distintos sectores que integran al sistema productivo y, a su vez, las relaciones que se establecen entre ellos. En este sentido, Leontief señala que todo sistema económico –incluso el de los países subdesarrollados– presenta una estructura

interna complicada. Su funcionamiento está determinado por las interrelaciones existentes entre sus partes componentes.

La segunda cualidad, es que se trata de una metodología que permite realizar comparaciones entre países, a partir de las cuales se pueden identificar patrones o diferencias en el nivel de desarrollo económico alcanzado por cada país; de forma tal, que las transacciones que tienen lugar entre los diferentes sectores de la economía, reflejadas por la tabla input-output, nos descubren que cuando más desarrollada está una economía más se parece en su estructura interna a otras economías avanzadas. A este respecto, el propio Leontief afirma que cuanto más extensa y desarrollada es una economía tanto más completa y articulada es su estructura y, por el contrario, una economía puede calificarse de subdesarrollada en la medida en que carece de alguna de las partes que necesita para funcionar (Leontief, 1973).

La tercera cualidad tiene que ver con la capacidad que presenta esta metodología para analizar de forma conjunta diversas características del sistema económico, tales como sus vínculos con el mercado externo a partir de su nivel de importaciones – por medio de las tablas de transacciones totales que consideran las importaciones y las tablas internas que las excluyen – así como los diferentes componentes de la demanda, exportaciones, formación bruta de capital. Pero todo ello en dos niveles simultáneos, el del sistema en su conjunto y al de cada uno de los sectores que lo integran. Esto es fundamental para los propósitos de nuestro análisis, debido a que al tratar de realizar un estudio sectorial, esta metodología nos permite indagar sobre las características de los sectores que integran a la industria de bienes de capital, así como de las interrelaciones con el resto de los sectores de la economía, su nivel de articulación, partiendo de una identificación del funcionamiento y las características que tiene el propio sistema económico.

Un ejemplo de los alcances de este tipo de estudios fue desarrollado por el propio Leontief, al analizar el papel que desempeña la industria metalúrgica como proveedora de insumos de capital para el conjunto del sistema económico (Leontief y Carter, 2005). A partir de este trabajo se argumenta que debe darse atención especial a los problemas de acumulación de capital, de crecimiento y reposición, para poder entender las funciones económicas de las industrias metalúrgicas pero, de igual forma, dicho argumento puede retomarse para el estudio de los sectores productores de bienes de capital.

Un aporte importante del análisis estructural, ha sido la posibilidad de identificar sectores clave o importantes, en función de su capacidad de articulación con el conjunto del sistema productivo, o bien, con alguno o varios sectores, con el potencial de transmitir efectos multiplicadores. En este sentido, Leontief destaca que las economías en crecimiento obtienen mayor provecho de desarrollar aquellos grupos de industrias que están estructuralmente relacionadas, que de desarrollar aquellas que se encuentran aisladas y dependen del comercio exterior, tanto por lo que se refiere a sus abastecimientos como a sus mercados.

De estas ideas, se puede establecer una asociación con la hipótesis de este trabajo de investigación. Particularmente, cuando se plantea que el sector de bienes de capital es un factor importante dentro de la estructura productiva, siempre que se encuentre encadenado o articulado a uno o más sectores dinámicos. Por su capacidad de articulación forma parte del sistema de innovación, en tanto es un proveedor y adaptador de maquinaria, equipo y otros insumos, siendo un medio para la difusión de nuevos conocimientos. En este sentido, es un factor clave en el proceso de creación, adaptación y adopción de nueva tecnología.

En línea con lo anterior, retomamos los planteamientos de Chris DeBresson, quien al analizar los procesos de innovación destaca que la innovación nunca fue un evento de una sola dirección; nunca fue el resultado de un solo individuo o institución. Al menos, dos actores fueron requeridos: un oferente y un usuario (DeBresson, *et al.*, 1996:325).

Este autor sostiene que las redes de innovación son ahora el elemento central para entender todo el proceso económico contemporáneo, no sólo la innovación. Por lo tanto, señala que la coordinación de un esfuerzo innovador casi siempre requiere de una red de organizaciones independientes con diferentes competencias. Las redes no sólo han llegado a ser sino que siempre han sido un requisito para la innovación. Las redes inter-empresa son también requeridas para todos los tipos de actividades de innovación, tanto radicales, como para la adopción (DeBresson, *et al.*, 1996:1).

Los actores innovadores – el principal elemento – interactúan en un esfuerzo innovador conjunto. La información es intercambiada en ambas direcciones. En el proceso de ésta interacción, nuevo conocimiento tecno-económico es generado, lo que Lundvall llama aprendizaje interactivo (DeBresson, *et al.*, 1996:67).

El aprendizaje interactivo es el responsable, en gran parte, de muchas de las innovaciones, tal como se comprueba al analizar un conjunto variado de países, en el

que las industrias con gran propensión a innovar tienen gran cantidad de vínculos de información de mercado (DeBresson, *et al.*, 1996:328).

Debemos resaltar que el proceso de innovación puede y debe verse asociado a la estructura productiva, y si dentro de ésta identificamos que la industria de bienes de capital es un elemento articulador, podemos engarzar el análisis estructural con el estudio de una de las industrias que por su naturaleza están más involucradas en el proceso de innovación, tal como se menciona en los estudios de Rosenberg, quien señala la existencia de economías de especialización producidas por el sector de bienes de capital, como la fuente central de aprendizaje y difusión tecnológica para el conjunto de la economía. En este sentido, el grado de articulación doméstica hacia atrás y hacia delante del sector industrial, incrementa la posibilidad de su actividad innovadora, así como la existencia de complementariedades entre las diferentes invenciones generadas en diversas industrias dentro de los procesos de cambio tecnológico, donde la interdependencia tecnológica entre sectores puede ser estudiada a partir del enfoque input-output.

Acorde con este argumento, DeBresson, *et al.* (1996: 73) proponen la utilización de las tablas de input-output, para poder identificar estas interrelaciones, debido a que dicho instrumental – por la riqueza de datos y la variedad en las tablas input-output – puede ayudarnos a identificar patrones en las relaciones entre actividades innovadoras y económicas y, algunas veces, para examinar la plausibilidad de ciertas hipótesis, quizá hasta predecir la localización más probable de las actividades innovadoras.

De acuerdo a este autor, el principal propósito de la utilización del análisis input-output es entender mejor la creación de nuevos bienes y conocimiento, el crecimiento económico, y la transformación estructural y el desarrollo. Específicamente, hace referencia a la posibilidad de localizar las interacciones innovadoras en una economía, a partir de la utilización de las tablas input-output (matrices nacionales, de importación, de flujo de capital y regionales). Y, además, propone la compilación de matrices de interacción innovadora y su comparación con matrices de otras economías, para contar con un rico conjunto de información y oportunidades para el análisis que puede ayudar a localizar precisamente donde se produce la actividad innovadora. (DeBresson, *et al.*, 1996:69).

No obstante los valiosos aportes de estos autores, y en línea con otros trabajos (DeBresson, *et al.*, 1996; Leocini, *et al.*, 1996; Drejer, 1999), consideramos indispensable la integración del proceso de innovación dentro de un cuerpo analítico

que tome en cuenta la dinámica de la demanda y las características estructurales de cada economía y, de esta forma, lograr un planteamiento que confirme el carácter endógeno de la innovación al sistema económico.

CONCLUSIONES.

La pertinencia del estudio de la industria de bienes de capital, puede encontrar justificación teórica en los aportes de Rosenberg, al demostrar que efectivamente es un sector clave para el desenvolvimiento de cualquier sistema económico, en la medida en que, primero, es un sector capaz de generar encadenamientos entre las industrias nuevas y las establecidas, permitiendo alcanzar un proceso de crecimiento sostenido y, en segundo lugar, por ser portador y difusor de cambio tecnológico incorporado. En este sentido, se considera que el impulso del sector resulta necesario para una economía, en términos como fue planteado por Hirschman (1958), por la necesidad de identificar a los sectores que resultaban claves.

Asimismo, se reconoce la importancia de la inversión en maquinaria y equipo. Tanto los autores clásicos como de enfoques más recientes, aceptan que la nueva inversión en bienes de capital conlleva cambio tecnológico incorporado. Por lo tanto, el desarrollo del sector no sólo implica el incremento de la capacidad productiva, sino también el aumento de la productividad y un proceso de cambio estructural. No obstante, debe resaltarse que este proceso no se da en forma lineal ni aislada, más bien surge de la interrelación entre diferentes sectores de la economía y a través del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital – ya sean de origen interno o externo a cada país. Para ello, debe existir una base de conocimientos para la selección, adaptación y mejora de la tecnología, dicha base procede de un sector de bienes de capital propio y de sus interrelaciones con los sectores usuarios.

Pese a la enorme riqueza teórica de las aportaciones de Rosenberg, se considera necesario incorporar el análisis de Leontief, debido a que a partir de sus planteamientos y metodología de estudio es posible recuperar el análisis del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital y sus interrelaciones entre los distintos sectores de la economía, a la vez, da la posibilidad de relacionar dos esferas que han sido estudiadas por separado; esto es, la vinculación entre el análisis de la inversión a nivel macroeconómico y el estudio más desagregado o sectorial. De tal manera que el análisis empírico que proponemos permite considerar el análisis de sectores claves y vincularlo

con el propio proceso de cambio tecnológico, con la finalidad de identificar y plantear políticas de desarrollo sectoriales de impulso a la inversión en aquellos sectores que tengan mayores impactos y beneficios para la economía en su conjunto.

Esto último es justo una finalidad del presente trabajo, la aplicación de una metodología que integre el estudio de una industria en su carácter de creadora y difusora de cambio tecnológico y su posición dentro de la estructura económica. Cabe resaltar que gracias a las contribuciones realizadas en la identificación de patrones sectoriales de innovación, podemos reconocer la dinámica del cambio tecnológico y su proceso de difusión a través de la vinculación que se da entre los bienes de capital y el gasto en I+D, como una variable que permiten medir de forma aproximada el esfuerzo innovador. A la vez, que al ubicar la posición del sector dentro del entramado productivo, posibilita la identificación de los flujos tecnológicos a través del sistema en su conjunto.

Al colocar a la inversión en el centro del análisis, se reforzaría la idea de que el cambio tecnológico es de naturaleza endógena al sistema económico, lo que podría apreciarse desde un punto de vista macroeconómico pero también a nivel sectorial, proporcionando una visión sistémica en lugar de un enfoque parcial. Lo anterior depende de factores tanto de oferta –nivel tecnológico alcanzado por los diferentes subsectores de la industria de bienes de capital y ritmo de innovación en otros sectores que repercute en su propia dinámica – como de demanda – requerimientos de producción de los usuarios nacionales e internacionales. Factores que pueden ser abordado mediante la metodología de input-output.

Consideramos fundamental realizar una revisión del papel que desempeña actualmente la industria de bienes de capital sin olvidar el contexto actual. Esto se deriva de la breve revisión presentada en la introducción de este capítulo, en el que se identifica el actual nivel de complejidad tecnológica alcanzada por el sector de bienes de capital, poniendo de manifiesto los cambios ocurridos tanto en el diseño tecnológico dominante con la incorporación de dispositivos que requieren de acceso a componentes o servicios de alto valor agregado y que emplean de forma creciente nuevas tecnologías, así como de las características de estas nuevas tecnologías, generando transformaciones significativas en el mercado internacional de bienes de capital, lo que provoca la desverticalización pero, al mismo tiempo, la especialización – en capacidades modulares y en tecnologías específicas que son alimentadas por economías de escala dinámicas. Esto implica dejar de lado la idea de impulsar indiscriminadamente todas las actividades

que constituyen el sector de bienes de capital, sin considerar las peculiaridades de las diferentes economías y, por el contrario, se debe propiciar su propio desarrollo a partir de su contexto particular.

Los elementos vertidos anteriormente nos proporcionan una justificación teórica para el análisis de la industria de bienes de capital, al mismo tiempo, nos aportan una guía metodológica para su estudio, lo que nos posibilita alcanzar el objetivo general propuesto en esta investigación. Esto es, analizar la vinculación entre progreso técnico y la estructura económica, a partir del papel que desempeña la industria de bienes de capital, tratando de identificar la vinculación que tiene ésta con los sectores dinámicos o clave de la economía y la forma en cómo se articula con el conjunto de la actividad productiva.

Como conclusión de este marco teórico – y preliminar de la investigación – afirmamos que estudiar el papel del cambio tecnológico incorporado en los bienes de capital, no solo es pertinente sino necesario, debido a que nos permite vincular el cambio tecnológico con la dinámica de la estructura productiva, a partir de la especialización en aquellos bienes de capital que cuentan con la capacidad de generar los suficientes efectos de enlace y difusión de cambio tecnológico con los sectores de mayor relevancia para el sistema económico.

En síntesis, la evaluación del papel que juega la producción de bienes de capital debe tener en cuenta el análisis de su función como creadora y difusora de cambio tecnológico e integradora de la estructura productiva. En este sentido, utilizar el instrumental y la riqueza de análisis de la metodología de input-output, nos proporciona la posibilidad de realizar un análisis detallado de la vinculación que tiene el sector con la estructura económica, retomando una visión sistémica.

CAPÍTULO II

EL SECTOR PRODUCTOR DE BIENES DE CAPITAL COMO AGENTE CREADOR Y DIFUSOR DEL CAMBIO TECNOLÓGICO DESINCORPORADO

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Rosenberg (1963) y Rosenberg y Mowery (1998), una de las funciones más importantes del sector de bienes de capital es la de asimilar, adaptar y difundir el cambio tecnológico generado interna o externamente a la economía. En sintonía con este argumento, en este capítulo se desea comprobar que este sector es un elemento fundamental para vincular el proceso de innovación, que se plasma en las patentes, con el conjunto de interrelaciones que se establecen en la estructura económica, debido a que todas las innovaciones requieren que el nuevo bien (máquina) cumpla ciertas especificaciones, ya sea para la introducción de un producto nuevo o una forma novedosa de producir uno ya existente. En este sentido, su presencia determina la capacidad de una economía para la creación de innovaciones tecnológicas y su difusión dentro del sistema económico, en la medida en que la mayoría de la nueva tecnología entra en la vida económica únicamente como el resultado de una decisión de inversión y, en ocasiones, incorporada en los bienes de capital como vehículos para su introducción.

De esta manera, una economía que carece de dicha capacidad interna presenta ciertas dificultades para aprovechar todo el potencial de las innovaciones desarrolladas en otros lugares. Lo cual resulta fundamental en el contexto actual de amplia apertura comercial, esto es, como señala Rosenberg (1982: 273), lo que más interesa de una economía mundial altamente integrada no es su habilidad inventiva sino la capacidad para explotar nuevas oportunidades tecnológicas, cualquiera que sea el país de origen.

Una apreciación similar la encontramos en autores como Baark (1991), quien afirma que el sector de bienes de capital puede ser un instrumento de generación y difusión de nuevas capacidades tecnológicas, ya que son los portadores de tecnología incorporada en otros sectores de la economía. Además, la acumulación de habilidades y conocimiento en la producción y aplicación de bienes de capital es vital para el mantenimiento de encadenamientos dentro del sistema económico moderno, lo cual

genera una infraestructura tecnológica que posibilita los continuos flujos tecnológicos entre los distintos sectores productivos, fundamentales para el crecimiento de la productividad en toda la economía.

La importante participación atribuida al sector de bienes de capital como portador de innovaciones tecnológicas, ha generado la idea de que la creación y difusión de tales innovaciones son el resultado de un esfuerzo exclusivo de las empresas pertenecientes al sector. Posiblemente, ésta es una de las razones por las que se considera que su función se limita únicamente a ser proveedor de nueva maquinaria y equipo, que introduce el cambio tecnológico que se genera fuera del propio sistema económico, lo que, a su vez, ha reducido el interés para considerar su influencia dentro de la estructura económica.

En este trabajo, se plantea un cambio de perspectiva, en dos sentidos. En primer lugar, que los procesos de innovación en este sector, son el resultado de la interacción de los productores de bienes de capital y los usuarios de los mismos. Y, en segundo lugar, que los procesos de innovación también se deben al constante intercambio de información y flujos de conocimiento que se presentan entre los productores de bienes de capital y otros sectores de la economía, mediante otros mecanismos, como los flujos de conocimiento materializados en patentes y que se convierten en el medio para asimilar y difundir las innovaciones que se generan en el sistema productivo.

Por lo anterior, planteamos que el proceso de innovación y cambio tecnológico se concibe como una actividad que se genera dentro del sistema y que, además, forma parte de la constante interacción entre el sector productor de bienes de capital y el resto de los sectores productivos, reconociendo, sin embargo, que esta interrelación va más allá del mero intercambio económico de compra y venta de la maquinaria y el equipo, sino que se presenta a partir del continuo flujo de conocimientos.

No obstante, para poder afrontar esta nueva perspectiva aún existen ciertas dificultades que enfrentar, como por ejemplo, ¿cómo medir estos flujos tecnológicos? Y en particular ¿cómo identificar el papel del sector de bienes de capital en dichos flujos? En este sentido, al referirnos al tema de la creación de nuevo conocimiento aplicado a nuevos procesos y/o productos, nos enfrentamos al problema de cómo medir la creación de nueva tecnología a nivel agregado y, sumado a lo anterior, poder establecer la distinción con el proceso de su difusión, ya que ambos son fenómenos estrechamente relacionados.

Dentro de la literatura sobre la materia se han propuesto diversas formas de abordar tal problemática; sin embargo, dichos estudios centran su atención en el proceso

de difusión, haciendo una distinción entre los diferentes mecanismos en que la nueva tecnología se transmite hacia el conjunto de la actividad económica. Estos dos mecanismos se identifican como difusión desincorporada y difusión incorporada. El primero, considera la transmisión de conocimientos, experiencia técnica o tecnología en una forma que no necesariamente involucra las compras de maquinaria y equipo; el segundo mecanismo se da a través de la compra de maquinaria y equipo, la cual incorporará físicamente los avances tecnológicos.

Comúnmente, dentro de la literatura se asume que los derrames de conocimiento están más directamente relacionados con el conocimiento incorporado en innovaciones que en transacciones económicas. La referencia típica de la medición de derrames tecnológicos (conocimiento), es a partir de la utilización de dos tipos de matrices: por un lado, las matrices de Scherer (1982) y las de Yale (Kortum y Putnam, 1997), las cuales están construidas con base a las patentes de Estados Unidos y de Canadá, respectivamente y, por otro lado, las matrices de flujos de innovación construidas por DeBresson, *et al.* (1994).

En este capítulo retomamos la perspectiva de Kortum y Putnam (1997). Para la cual se construyen matrices con base en los datos de patentes; en nuestro caso, se utilizará dicha información con el propósito de medir e identificar la capacidad de creación y asimilación de nuevas ideas por parte del sector productor de bienes de capital, al mismo tiempo, se pretende determinar la forma en cómo se interrelacionan con los diferentes sectores de la economía para utilizar y difundir el nuevo conocimiento creado dentro del sistema económico.

Considerando tales ideas, el presente capítulo está estructurado en tres apartados. El primero hace referencia a los elementos metodológicos que se utilizan, tanto para el tratamiento de los datos, como para justificar la utilización del análisis de redes. En el segundo apartado se presenta una muy breve reseña de la evolución que ha registrado los sistemas de patentes de los tres países bajo estudio, Japón, Estados Unidos y Alemania. El tercer apartado está dedicado a la exposición de los resultados de la investigación, en la que además de obtener de forma matricial la estructura de patentamiento de los tres países en cuatro diferentes periodos, también se logró representar dicha estructura mediante la metodología del análisis de redes. Finalmente se presenta un último apartado de conclusiones.

2.1 ELEMENTOS METODOLÓGICOS.

En este apartado se desea destacar dos consideraciones metodológicas; en primer lugar, lo referente a la forma o método de análisis, de manera particular se utiliza el análisis de redes para estudiar la configuración estructural del sistema de innovación, visto desde el punto de vista de la creación y la difusión de innovaciones, y, en segundo lugar, se expone la forma de obtención y trabajo de la información sobre patentes.

2.1.1. Análisis de Redes

Para estudiar la configuración estructural que se establece en la creación y difusión de nueva tecnología de cada país, se utiliza el análisis de redes basado en teoría de grafos, el cual describe la estructura de interacciones (mostradas por vértices) entre entidades (representadas por nodos), y se aplican técnicas cuantitativas para producir indicadores relevantes que permiten estudiar las características de la red, tales como su nivel de cohesión mediante su densidad y la centralidad para identificar la posición de los individuos en la estructura de la red. Las ideas de este tipo de análisis han sido extensamente empleadas para estudiar redes de I+D, redes inter-organizacionales, y sistemas tecnológicos (Leoncini, *et al.* 1996; Powell y Grodall, 2005; Van Der Valk y Gijsbers, 2010).

La perspectiva de red concibe cualquier sistema como un conjunto de actores o nodos interrelacionados, donde los actores representan entidades a diferentes niveles de colectividad, tales como personas, empresas, industrias, países, etc. Asimismo, los vínculos entre actores pueden ser de muy diferentes tipos, como amistad, competencia, etc. Pero, más allá de estas definiciones, un axioma fundamental en el análisis de red, es la noción de que los actores no son independientes sino que se influyen entre ellos, idea semejante al análisis de input-output de Leontief.

Uno de los mecanismos comúnmente más invocado es el mecanismo de transmisión directa o flujos, el cual puede considerarse como la semilla de una teoría general, de cómo las variables de la red tienen consecuencias tanto para los nodos como para la red como un todo. Por ejemplo, si la información se obtiene a través de vínculos, el mecanismo de transmisión sugiere que tener más vínculos (una propiedad conocida como grado de centralidad) implica tener más información. Esto es, nodos con más vínculos tendrán más información, traducándose en un impacto sobre un mejor desenvolvimiento. Además, si en una red pocos nodos tienen una gran cantidad de

vínculos, entonces es fácil para todos los nodos buscar la información generada en la red, sólo se requiere recurrir al nodo central, el cual por su posición puede remitir al nodo apropiado (Borgatti, 2009).

Cuando se hace el análisis de una red en la que los renglones expresan las ventas o envío de flujos de información y las columnas la compra o recepción de información, se denominan gráficas dirigidas. En este sentido, las estadísticas en los renglones hacen referencia al papel que cada actor desempeña como "fuente" o emisor de vínculos. La suma de las conexiones de un actor a otros es llamada el grado hacia afuera de los puntos (out-degree), este indicador es importante porque nos da una medida de qué tan influyente puede ser un actor. Por su parte, los datos por columna nos da la ubicación de los actores como "receptores" de información, y se les denomina grado hacia adentro (in-degree), en este caso los actores que reciben información de muchas fuentes pueden ser considerados como prestigiados (Hanneman y Riddle, 2005).

A nivel individual, el indicador de centralidad es usado para obtener la posición característica de un sector individual dentro de la red. El receptor de flujos (C_{in}) y el emisor de flujos (C_{out}) de centralidad de un sector dado esta formalmente definido como:

$$G_{in}^j = \sum i_{in}; G_{out}^j = \sum i_{out} \quad (1)$$

Donde i_{in} y i_{out} indica uno de los bordes el cual, respectivamente, entra (in) y sale (out) del nodo j . De ahí que $0 < G_{(.)}^j < n - 1$ y entre más grande es $G_{(.)}^j$, es más central el nodo j , ya sea con respecto a los bordes entrantes (G_{in}^j), o con los salientes G_{out}^j , o con respecto a ambos.

Los conceptos de densidad y centralización se refieren a diferentes aspectos de la agrupación total de una gráfica. La densidad describe el nivel general de cohesión en una gráfica; la centralización describe hasta qué punto dicha cohesión está organizada alrededor de puntos centrales particulares. Por tanto, la centralización y la densidad, son importantes medidas complementarias (Scott, 1991).

El uso de los indicadores correspondientes al sistema de innovación como los insumos y los productos de un sector representa la adquisición y suministro de innovación intersectorial, respectivamente. Comparando las dos mediciones de centralidad hacia adentro y hacia afuera de un sector dado, permite revelar si este sector es una fuente, centro o terminal de difusión de innovación.

Una propiedad conocida como centralidad de intermediación, nos indica que ciertos nodos estructuralmente importantes que están bien ubicados para controlar y posiblemente filtrar flujos de información. Este indicador se refiere a redes que están altamente centralizadas en el sentido de tener un nodo que está cercano con todos los otros, es probable que se desempeñe bien en tareas que requiere integrar información. Si las trayectorias cortas son importantes, entonces también podemos tener la hipótesis de que nodos que residen entre muchas trayectorias cortas entre otros son importantes actores (Borgatti, 2009).

Dada una red de vínculos de información de innovación, como son las patentes o los flujos de productos novedosos, una industria tendrá alta intermediación si todas las cadenas más cortas, desde los primeros productores al usuario final, pasan a través de esa industria. Tales industrias son estructuralmente importantes para el sistema de innovación en sí mismo, debido a que si ellas desaparecen o el nivel de innovación disminuye, ellas afectaran más a otras actividades.

Otro indicador analítico de la red que para nuestro estudio puede ser importante es la llamada centralidad eigenvector, el cual es uno de los tipos de centralidad mejor conocidos, especialmente en la literatura relacionada con los eslabonamientos. De acuerdo a este indicador, un nodo conectado con nodos que, a su vez, están bien conectados, deberían ser considerados más centrales que un nodo que está conectado a igual número de nodos menos conectados. Así, el concepto de eigenvector toma en cuenta las influencias directas e indirectas.

En el caso de redes con vínculos dirigidos (en las cuales un vínculo de i hacia j no necesariamente implica un vínculo del mismo tipo de j hacia i), es conveniente expresar el concepto de eigenvector en una forma conocida como centralidad alfa. La ecuación que formaliza la centralidad alfa (ecuación 2a) c_i se refiere a la centralidad alfa o influencia del nodo i , la constante alfa es un factor de atenuación que determina que tan importante son las distancias de las cadenas, y e es un vector de marcadores de importancia exógena para cada industria. Una solución, en la notación de matriz está dada en la ecuación 2b, donde I es la matriz identidad (Borgatti, 2009).

$$c_i = \alpha \sum_j x_{ij} c_j + e_i \quad (2a)$$

$$c = (I - \alpha X)^{-1} e \quad (2b)$$

Se debe resaltar que si los tipos de vínculos son flujos de información, entonces serán los nodos al inicio de la cadena los que tendrán más información. Sin embargo, se espera que cada pedazo de información que existe en el sistema sea canalizado todo el

camino de la cadena hasta la industria más alta. El factor de atenuación α puede ser visto como proporcional a la probabilidad genérica que un trozo de información es transferido de una industria a otra. Seleccionando un α suficientemente bajo, podemos hacer altamente improbable que cualquier trozo dado de información propague varias uniones del proceso. Esta medida de influencia viene directamente del análisis input-output de Leontief.

Para los propósitos de nuestro análisis, principalmente en lo referente a la información de patentes, con la cual identificamos la capacidad de creación de innovaciones de la industria de bienes de capital, este indicador nos resulta muy apropiado, debido a que podemos identificar su capacidad de creación de innovaciones, así como la forma en que se vincula con el conjunto del aparato productivo para asimilar información novedosa. Esto es, nos interesa resaltar la relación de retroalimentación de flujos de información entre proveedor-usuario en los términos planteados por algunos autores (Lundvall, 1988; DeBresson, et al., 1994).

El análisis empírico se basó en la utilización del software *Visione*, desarrollado en la University of Konstanz de Alemania, cuya característica principal es que utiliza algoritmos específicamente desarrollados para realizar el análisis visual de los indicadores del análisis de redes, siendo en nuestro caso el que resulta más conveniente por tratarse de redes de un tamaño relativamente grande.

Para su interpretación es necesario tener las siguientes consideraciones. De acuerdo a los algoritmos que utiliza el programa de cómputo *Visone*, a través de la utilización de los diversos atributos gráficos, resulta viable destacar diferentes características que enfatizan determinadas cualidades, tanto de los nodos o sectores, como para los vértices o relaciones. De esta forma, en las gráficas que se muestran enseguida se utilizan cuatro indicadores que identifican el papel que protagonizan los diferentes sectores de la industria de bienes de capital, ya sea en su carácter de intermediación, centralidad hacia afuera (out-degree), centralidad hacia adentro (in-degree) o centralidad eigenvector en los vínculos, esto último se refiere a los vínculos que surgen y se dirigen hacia los nodos más centrales, sea en forma directa como indirecta.

2.1.2. La utilización de la información disponible sobre Patentes.

La base de datos empleada es el registro de patentes de la Oficina Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en ingles), para cada país desde el año 1985 – a partir del cual está disponible la información – hasta el año 2009. Con estos datos, se utiliza la metodología desarrollada por Kortum y Putnam (1997); Evenson y Johnson (1997) y que la retoma la OCDE, mediante la cual se predice el número de patentes por industria, usando datos disponibles sobre patentes por campo tecnológico. Este método también conocido como la Concordancia Tecnológica de Yale (YTC), explora un conjunto de datos de patentes asignados individualmente por la Oficina de Patentes de Canadá, para datos de una industria y un campo tecnológico. El procedimiento para predecir patentes por industria es desarrollado como un modelo estadístico así que el error estándar de las predicciones puede ser estimado².

El método de predicción de patentes por industria depende de un único conjunto de datos de la Oficina de propiedad Intelectual de Canadá (CIPO, por sus siglas en ingles). De igual manera que la mayoría de las oficinas de patentes, la CIPO asigna un campo tecnológico del sistema de Clasificación Internacional de Patentes (IPC) para cada patente que emite. Sin embargo, a diferencia de otras oficinas de patentes, la CIPO también asigna una industria de manufactura (IM) y un sector de uso (SU) para la mayoría de las patentes. Para una patente de producto, la IM es la industria que manufactura el producto, y el SU es la industria (o sector) usuaria; sin embargo, para una patente de proceso, una IM es asignada únicamente si el proceso incluye algún aparato. La información que sirve de base al modelo es la asignación industrial y tecnológica de alrededor de 250,000 patentes asignadas en Canadá de 1983 a 1993.

El supuesto clave de esta metodología es que la probabilidad de que una patente sea asignada a una industria dada es una función del campo tecnológico de la patente. En particular, se supone que la probabilidad condicional de asignación de industria sobre la asignación tecnológica no depende del país donde la patente se origina, o el dato cuando este es asignado. Con base a estas probabilidades condicionales de los datos de Canadá se pueden aplicar para otros países o periodos, donde sólo se conoce el

² La OCDE proporciona un software por medio del cual se obtienen la asignación de cada patente en Industrias de Manufactura (IOM) y Sectores de Uso (SOU), el resultado se presenta en forma de matrices de 126x126, como estas matrices consideran totales y subtotales, para nuestra investigación sólo tomamos los datos de cada industria y sector, sin considerar los totales y subtotales, obteniendo de esta forma matrices de 60x60.

campo tecnológico de las patentes, es decir, las patentes que proporciona la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO).

Se reconoce que el uso de esta metodología puede tener, al menos dos puntos débiles: por un lado, los datos están condicionados a las probabilidades de un solo país Canadá y, por otro lado, los mismos autores señalan un cierto porcentaje de error, con respecto a datos posteriores a 1989. Pese a estos dos aspectos negativos, su utilización no es totalmente errónea; es decir, aun cuando las probabilidades estén condicionadas a un solo país, Canadá, dicho país posee un importante nivel de desarrollo, lo que permite conservar una relativa proximidad a los patrones de asignación de patentes por sector industrial. En cuanto al error de predicción, éste es generalmente más pequeño de lo que sería si la predicción estuviera basada en participaciones constantes de patentes. Asimismo, la predicción de la concordancia de la OECD-YTC, comúnmente refleja la variación de series de tiempo en las patentes asignadas a una industria y cuando son comparadas con alternativas – como la asignación manual de cada patente para una industria – la concordancia OECD-YTC resulta más factible.

Para nuestro estudio, resulta idónea esta metodología ya que se plantea un análisis comparativo de tres países para 25 años, aplicando el algoritmo que se proporciona en un software de la OCDE a los datos de patentes, se obtuvieron 5 tablas para cada país, éstas se elaboraron agrupando los datos en periodos quinquenales, desde 1985 hasta el año 2009.

El criterio de agrupación responde a dos motivos. En primer lugar, debido a que de forma anual existen varias clases de la Clasificación de Patentes Internacional (IPC International Patent Classification), no siempre aparecen datos, por lo que al agrupar por periodos de cinco años, los datos reflejan una imagen de la dinámica de patentamiento en cada periodo. Segundo, la agrupación por periodos se relaciona con la facilidad de manejar la información, ya que al trabajar los datos en forma de matrices, es más pertinente para el análisis considerar cinco periodos que toda una serie de veinticinco matrices para cada país.

Por trabajar los datos de las patentes con el software de la OCDE, es posible obtener una agrupación matricial por sector de manufactura y sectores de uso de las patentes, con una clasificación CSIC (Canadian Standard Industrial Classification) a cuatro dígitos, en la cual se presentan subtotales, registrando un total de 126 sectores, subsectores y clases de actividad. Para homogenizar la información, se procedió a

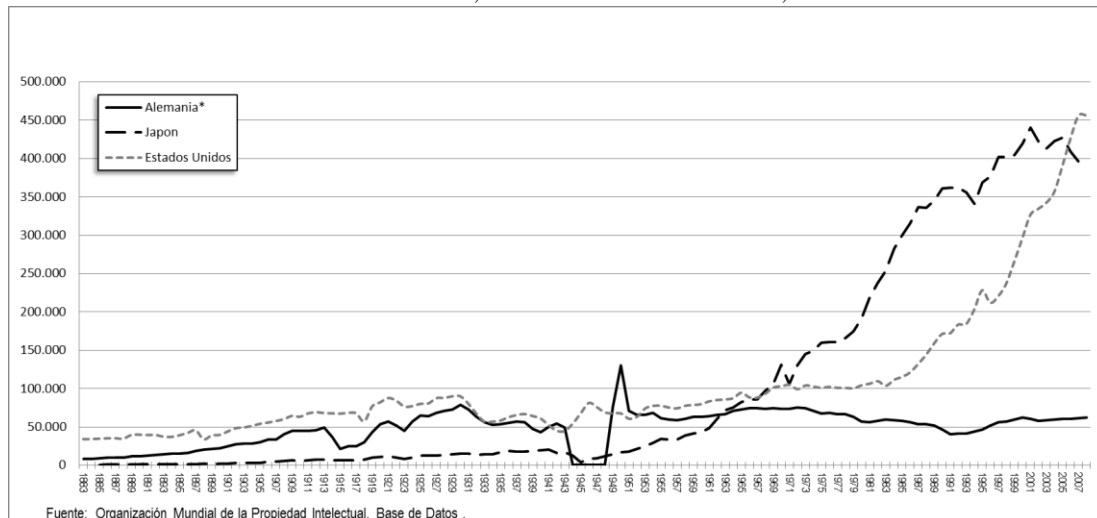
realizar una nueva clasificación eliminando los subtotales, con lo que las tablas quedaron conformadas con un total de 60 clases de actividad.

2.2 Evolución del patentamiento de Estados Unidos, Alemania y Japón.

Cuando se analiza la experiencia de los países que ahora son desarrollados, tiende a darse por sentado que sus logros son resultado de condiciones muy particulares que difícilmente se podrían replicar y que las experiencias que enfrentan en una etapa de mayor desarrollo, no resultan de utilidad para otros países menos avanzados. Sin embargo, desde nuestro particular punto de vista, el estudio de su evolución resulta de gran utilidad para identificar aquellos factores explicativos del dinamismo logrado y de los patrones característicos de las estructuras de los países desarrollados, lo que posibilita la identificación de aquellos elementos de gran utilidad para la derivación de políticas industriales y de innovación para otros países.

Al estudiar la experiencia de los países desarrollados, en términos de la dinámica de innovación expresada por su nivel de patentamiento (véase gráfica 1), resaltamos tres fenómenos de gran relevancia. En primer lugar, para los tres países bajo estudio – Japón, Estados Unidos y Alemania – el nivel de solicitud de patentes históricamente ha mostrado una tendencia creciente desde 1883, por ende, para estos países la innovación es un factor importante a lo largo del tiempo. Si bien este comportamiento resulta un poco obvio, también es una confirmación empírica de las características del sistema capitalista, tanto a los señalamientos de Marx referentes a la necesidad del sistema del continuo desarrollo de las fuerzas productivas, como a la concepción de Schumpeter, al concebir un factor desequilibrante. En cualquier caso, la evidencia sugiere que la innovación ha sido, es y deberá ser, un elemento determinante en la dinámica de cualquier país.

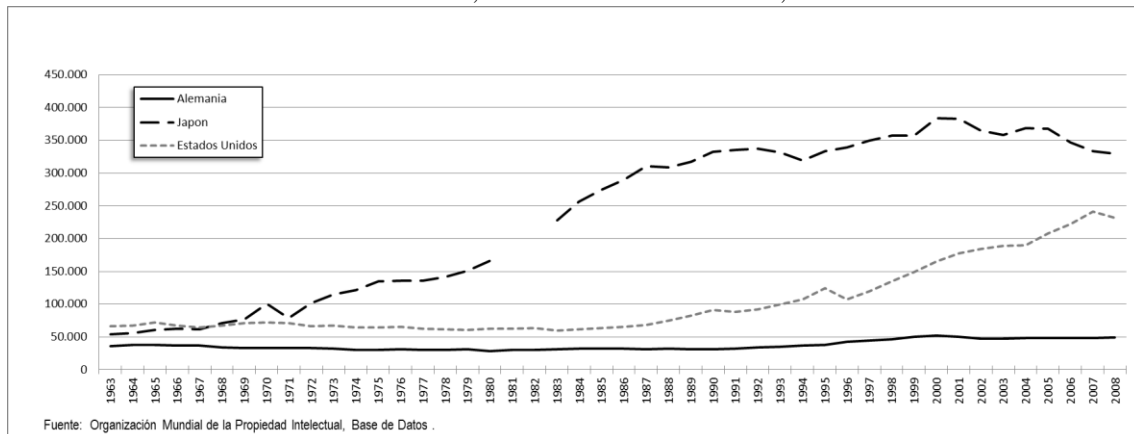
GRÁFICA 1
TOTAL DE SOLICITUDES DE PATENTES POR OFICINA DE PATENTES DE
ESTADOS UNIDOS, JAPÓN Y ALEMANIA, 1883-2008



En segundo lugar, históricamente se distinguen dos grandes momentos en la solicitud de patentes. El primero inicia en 1883 y finaliza en la década de los años sesenta del siglo pasado, mostrando un comportamiento moderadamente creciente. En un segundo periodo, la tendencia se vuelve marcadamente creciente, principalmente para Japón cuyo proceso de despegue inicia en la posguerra. En el caso de Estados Unidos, el repunte es muy pronunciado a partir de los años de 1980. En Alemania, en cambio, el nivel de patentamiento mantiene una evolución moderada, aunque constante. El auge parece sustentarse en la base tecnológica desarrollada por estos países durante toda su trayectoria, sin la cual hubiese sido imposible mantener un ritmo acelerado y continuo de innovación.

Tercero, a pesar de que Estados Unidos logra un crecimiento muy importante en el número de patentes solicitadas, llegando a superar a Japón en ciertos momentos, si se toma en cuenta únicamente las solicitudes de patentes por parte de los residentes de cada país (Gráfica 2), Japón mantiene el liderazgo. Ello nos permite inferir sobre la importancia de la capacidad innovadora al interior de cada país; es decir, si comparamos las dos gráficas podemos apreciar que gran parte de la dinámica de innovación de Estados Unidos es resultado del aporte de la innovación proveniente de otros países, los cuales buscan aprovechar las ventajas que ofrece este país como gran mercado. En este sentido, destacamos la función que cumplen los sistemas nacionales de cada país en la generación de innovaciones, aunque dichas innovaciones sean explotadas comercialmente en otros lugares.

GRÁFICA 2
SOLICITUD DE PATENTES DE LOS RESIDENTES POR OFICINA DE PATENTES DE
ESTADOS UNIDOS, JAPÓN Y ALEMANIA, 1963-2008



Con los resultados anteriores, creemos que analizar las características de cada país e identificar sus patrones o vínculos de innovación, resulta de sumo interés, sobre todo, porque tenemos la inquietud de conocer si el vigoroso crecimiento en el nivel de patentes surge de una gama amplia de productos o, por el contrario, es el resultado de un proceso de especialización dentro de la dinámica innovadora. Específicamente, para este trabajo, se busca identificar la función que cumple la industria de bienes de capital, no sólo en definir en qué se innova, sino también en qué sectores o industrias descansa el impulso a los procesos de innovación.

2.3 La red de interrelaciones de patentes de las tres economías con mayor nivel de desarrollo, Estados Unidos, Alemania y Japón.

En este apartado se exponen los resultados de la aplicación de la metodología YALE-OCDE para obtener matrices de patentes por industria de manufactura (IM) y sector de uso (SU). Primero, se presentan dos cuadros para cada país, que destacan los principales datos por cada periodo considerado. Posteriormente, con el fin de realizar una exposición sintética, particularmente, de los principales cambios que tuvieron lugar en el sistema de patentes de cada país, durante el primer y el último periodo, se estudian dos gráficas con el análisis de redes. Adicionalmente, se presentan seis gráficas, dos para cada país, identificando los vínculos más importantes de aquellos sectores que participan en el sistema de patentes con un nivel por arriba de la media y omitiendo los sectores que no registran ninguna patente.

2.3.1 El sistema de patentes de Estado Unidos y su red de interrelaciones

A continuación se analiza la dinámica de la actividad de patentamiento en Estados Unidos, durante los diferentes periodos que van desde 1985 hasta el año 2009. En el cuadro 1, se presenta una síntesis de la información sobre las matrices de patentes que se obtienen al aplicar la metodología de la concordancia Yale-OCDE. Debe señalarse que fue necesario ordenar la información de mayor a menor participación en el número de patentes.

De acuerdo a la información estudiada, los dos primeros deciles, que agrupan 12 de los 60 sectores, generan más del 96 por ciento de las patentes en todo el periodo. Adicionalmente, los sectores (29) Maquinaria y equipo mecánico, (33) Instrumentos médicos de precisión, (30) Maquinaria informática y (32) Equipo de Comunicaciones y aparatos de Radio y Televisión, pertenecientes al sector de bienes de capital, concentran la mitad de las patentes, lo cual confirma que la industria de bienes de capital tiene un papel de suma importancia como generador de innovaciones en la economía de Estados Unidos.

Pese a que el volumen de patentamiento ha crecido significativamente, su ritmo de crecimiento cada vez es menos dinámico, de registrarse una tasa anual superior al 13,5 por ciento entre 1985 y 1994, en el periodo de 2000 a 2009 el crecimiento anual promedio disminuyó al 1,2 por ciento. Así, sin negar la gran capacidad innovadora del país, es complicado mantener un comportamiento altamente vigoroso por largo tiempo, de tal manera que, durante los tres primeros periodos se alcanzó un alto volumen de patentes que, sin embargo, aumentó a tasa descendente. Uno de los sectores más representativos en la generación de nuevas ideas es (29) Maquinaria y equipo mecánico, con una participación que disminuyó del 23 al 20 por ciento, pero cuya solicitud de patentes aumenta de 5.797 entre 1985-1989, a 65.768 para el periodo 2005-2009.

Un aspecto que vale la pena mencionar, es que los cuatro sectores de la industria de bienes de capital mantienen una alta participación en la generación de nuevas ideas, teniendo en algunos casos un crecimiento superior a la media, como (33) Instrumentos médicos de precisión, (30) Maquinaria de oficina informática y (32) Equipo de Comunicación y aparatos de Radio y TV. El dinamismo de los tres últimos sectores podría ser un indicio de un cambio en el patrón de innovación. Idea que parece lógica en tanto que estos sectores incorporan continuamente las nuevas tecnologías. De hecho, pese al descenso en la participación de (29) Maquinaria y equipo mecánico, la

contribución de las cuatro actividades se incrementó del 56,5 por ciento al 60,1 por ciento en el último periodo.

CUADRO 1

DINÁMICA DE PATENTAMIENTO DE ESTADOS UNIDOS POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA, 1985 -2009

	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994 1990-1999 1995-2004 2000-2009				1985-1989 1990-1994 1995-1999 2000-2004 2005-2009				
	Total Industria de Manufactura					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
24 Química y productos químicos	7.236	27.849	55.913	84.385	87.695	16,2	8,1	4,7	0,4	29,0	35,7	33,3	29,6	27,6
29 Maquinaria y equipo mecánico	5.797	15.835	34.574	59.533	65.768	11,8	9,1	6,2	1,1	23,2	20,3	20,6	20,9	20,7
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	2.945	9.332	19.816	36.186	42.936	13,7	8,7	6,9	1,9	11,8	11,9	11,8	12,7	13,5
36 Muebles	2.462	7.135	16.160	28.484	33.402	12,5	9,5	6,5	1,8	9,9	9,1	9,6	10,0	10,5
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio, TV.	1.842	4.578	12.464	25.502	27.387	10,6	11,8	8,3	0,8	7,4	5,9	7,4	8,9	8,6
30 Maquinaria oficina informática	1.053	2.622	6.992	16.858	21.695	10,7	11,5	10,3	2,8	4,2	3,4	4,2	5,9	6,8
25 Caucho y plásticos	666	2.264	4.612	7.024	8.428	14,6	8,2	4,8	2,0	2,7	2,9	2,7	2,5	2,7
28 Productos metálicos	643	1.760	3.581	5.695	6.634	11,8	8,2	5,3	1,7	2,6	2,3	2,1	2,0	2,1
34 Vehículos de motor	649	1.690	3.860	5.753	6.379	11,2	9,6	4,5	1,2	2,6	2,2	2,3	2,0	2,0
26 Minerales no metálicos	339	950	1.813	2.812	2.838	12,1	7,4	5,0	0,1	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9
17 Textiles	171	598	1.395	2.365	2.448	14,9	9,9	6,0	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
15 Alimentos y bebidas	202	826	1.389	2.175	2.372	16,9	5,9	5,1	1,0	0,8	1,1	0,8	0,8	0,7
SUBTOTAL	24.006	75.438	162.569	276.772	307.984	13,6	8,9	6,1	1,2	96,2	96,6	96,8	97,1	96,9
TOTAL	24.948	78.105	167.926	285.048	317.693	13,5	8,9	6,1	1,2					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Por otro lado, aunque es muy importante detectar qué sectores son los que generan las nuevas ideas, también es útil saber qué industrias son los usuarios de éstas. De ahí que analizando la información del cuadro 2, podemos destacar que aun cuando también existe una fuerte concentración en el uso de las patentes, específicamente en los dos primeros deciles – por arriba del 78 por ciento, para todos los periodos – no es tan elevada como en la generación de las mismas. Cabe mencionar que los cuatro sectores pertenecientes a la industria de bienes de capital, son también los principales usuarios, utilizando el 27 por ciento de las patentes generadas en el primer periodo y el 30 por ciento entre 2005 y 2009.

Otros sectores destacados en el uso de nuevas ideas son (85) Salud y trabajo social, servicios sociales y (24) Química, los cuales en conjunto concentraban el 33 por ciento del uso de las patentes creadas.

En cuanto a la dinámica, podemos señalar que el sector (30) Maquinaria de oficina y equipo informático, es el que ha mantenido tasas de crecimiento superiores a la media en los últimos tres periodos, lo que lo ha llevado a constituirse como el único de los sectores de bienes de capital en aumentar su participación en el uso de las patentes que se producen en la economía norteamericana.

CUADRO 2
DINÁMICA DE PATENTAMIENTO DE ESTADOS UNIDOS POR SECTOR DE USO, 1985 -2009

	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994 1990-1999 1995-2004 2000-2009				1985-1989 1990-1994 1995-1999 2000-2004 2005-2009				
	Total Sector de Uso					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
85 Salud de y trabajo social	4.120	16.216	34.995	57.154	66.424	16,4	8,9	5,6	1,7	16,3	20,5	20,6	19,9	20,8
24 Química y productos químicos	3.734	14.219	28.081	40.967	39.719	16,0	7,9	4,3	-0,3	14,8	18,0	16,6	14,3	12,4
29 Maquinaria y equipo mecánico	3.270	8.239	18.775	35.933	39.238	10,8	9,6	7,5	1,0	13,0	10,4	11,1	12,5	12,3
30 Maquinaria oficina informática	1.197	2.975	8.169	19.987	26.149	10,6	11,9	10,5	3,0	4,7	3,8	4,8	7,0	8,2
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio, TV.	1.462	3.744	9.956	19.263	19.592	11,0	11,5	7,6	0,2	5,8	4,7	5,9	6,7	6,1
93 Otras actividades de servicios	1.372	3.585	8.099	15.343	16.944	11,3	9,5	7,4	1,1	5,4	4,5	4,8	5,3	5,3
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	953	2.562	5.267	10.211	11.347	11,6	8,3	7,6	1,2	3,8	3,2	3,1	3,6	3,5
34 Vehículos de motor	964	2.530	5.626	8.575	9.465	11,3	9,3	4,8	1,1	3,8	3,2	3,3	3,0	3,0
45 Construcción	837	2.398	4.727	7.504	8.933	12,4	7,8	5,3	2,0	3,3	3,0	2,8	2,6	2,8
25 Caucho y plásticos	865	2.867	5.474	8.055	8.647	14,2	7,5	4,4	0,8	3,4	3,6	3,2	2,8	2,7
15 Alimentos y bebidas	548	2.140	3.945	6.085	6.810	16,3	7,0	4,9	1,3	2,2	2,7	2,3	2,1	2,1
01 Agricultura	372	1.217	2.371	3.558	6.095	14,1	7,7	4,6	6,2	1,5	1,5	1,4	1,2	1,9
SUBTOTAL	19.693	62.693	135.487	232.636	259.363	12,3	8,0	5,6	1,1	78,2	79,3	79,9	81,0	81,0
TOTAL	25.199	79.047	169.604	287.341	320.016	12,1	7,9	5,4	1,1					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Aunque estos cuadros nos aportan valiosa información sobre el peso de la industria de bienes de capital en la economía norteamericana, no señala qué sectores usan las innovaciones desarrolladas específicamente por ésta industria y, por otro lado, qué sectores le aportan nuevas ideas. De ahí que para estudiar este tipo de información, se empleará el análisis de redes, con la finalidad de identificar los vínculos y su estructura de relaciones.

Para presentar los resultados se consideró útil la elaboración de dos tipos de gráficas, para cada año; en la primera de ellas, se muestran aquellas que corresponden a los valores que se obtienen de las matrices de la concordancia Yale-OCDE; en el segundo tipo de gráfica, se realizó una binarización, que toma como filtro la media de los datos, eliminando la contabilización de los sectores que registran cero, es decir, solo se considera a los sectores cuyos registros tuvieran valores por encima de cero. Esto último con el fin de mostrar las relaciones de mayor importancia dentro del sistema de manufactura y uso de patentes.

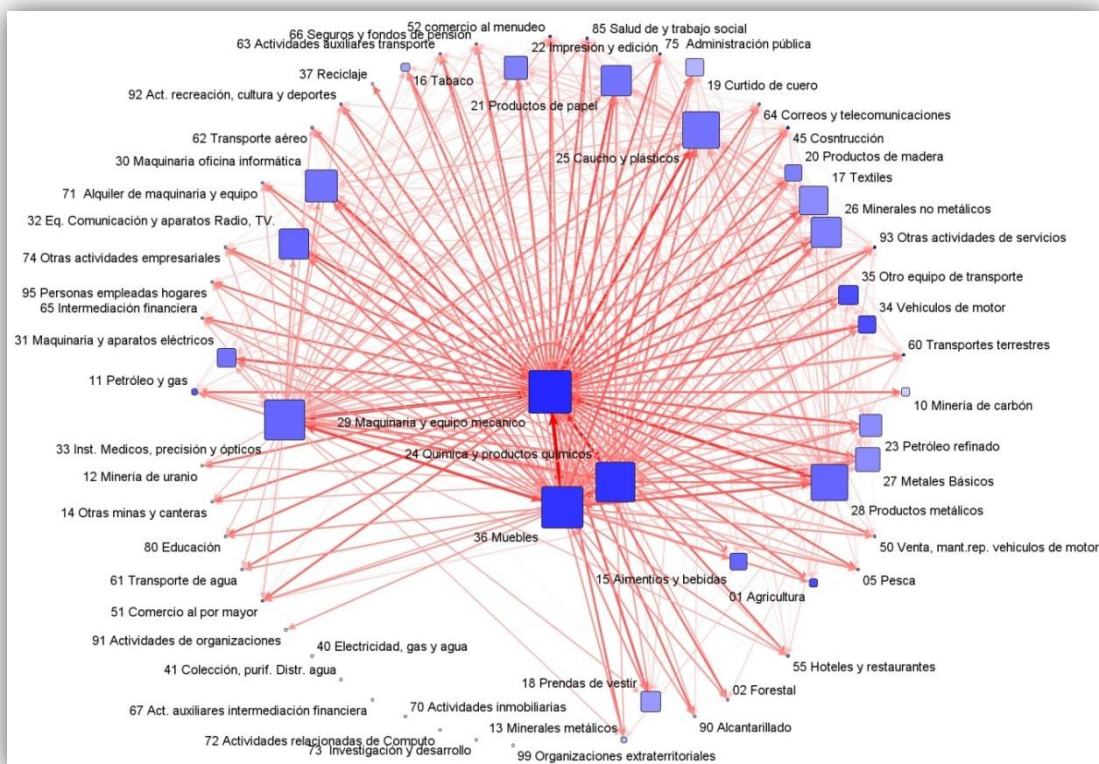
En la Gráfica 3 se observa la red de interrelaciones del sistema de patentes de la economía estadounidense. Para su interpretación es necesario tener las siguientes consideraciones. De acuerdo a los algoritmos que utiliza el programa de cómputo Visone, a través de la utilización de los diversos atributos gráficos, se resaltan diferentes características que destacan determinadas cualidades, tanto de los nodos o sectores como para los vértices o relaciones. De esta forma, en las gráficas que se muestran enseguida se utilizan cuatro indicadores que identifican el papel que protagonizan los diferentes sectores de la industria de bienes de capital, ya sea en su carácter de intermediación, centralidad hacia afuera (out-degree), centralidad hacia adentro (in-degree) o centralidad eigenvector en los vínculos. Esto último se refiere a los vínculos

que surgen y se dirigen hacia los nodos más centrales, sea en forma directa como indirecta:

1. La forma de presentar los sectores y los vínculos se establece con el indicador de intermediación, es decir, el o los sectores que se ubican entre todas las cadenas más cortas, desde los primeros creadores de patentes a los usuarios finales, se localizarán en el centro de la gráfica, la cual utiliza un algoritmo que ordena los nodos en forma circular a diferentes niveles, representados por círculos concéntricos, colocando al nodo con mayor grado de intermediación en el centro y en órbitas más alejadas al resto de los sectores de acuerdo con su respectivo nivel. En este caso, (29) Maquinaria y equipo mecánico, es el sector con mayor centralidad de intermediación, le seguirían (36) productor de muebles y (24) Química y productos químicos.
2. El grado de centralidad hacia fuera se representa por el tamaño de la figura de cada nodo o sector. Los cuadros de mayor tamaño representan los altos niveles en el índice de centralidad hacia fuera, de tal forma que los mayores emisores de patentes estarán señalados por un tamaño mayor y de ahí se reducirá su dimensión hacia el resto de los sectores. En cuanto a la interpretación de la gráfica para Estados Unidos, se logra percibir que nuevamente los sectores de bienes de capital son los principales emisores de vínculos de información hacia el resto de la actividad productiva, destacando (29) Maquinaria y equipo mecánico, (33) Instrumentos médicos de precisión y con un menor nivel (30) maquinaria de oficina e informática.
3. El tercer indicador, grado de centralidad hacia adentro (in-degree) se identifica por el color. Los colores más oscuros expresan los niveles más altos, en tanto que los más tenues nos dirán que se trata de sectores que reciben muy pocos vínculos. En este caso, aunque están presentes sectores de bienes de capital, también tienen se distinguen (24) Química y productos químicos, (28) Productos Metálicos y (25) Caucho y plásticos, entre otros.
4. El cuarto y último indicador que se utiliza es el de centralidad de vínculo eigenvector, el cual como hemos mencionado se refiere al nivel de conexiones con los sectores más centrales, tomando en cuenta sus relaciones directas e indirectas. Para nuestro ejemplo, el indicador se visualiza en las flechas que señalan la dirección de los vínculos, o lo que es lo mismo, qué sectores generan las patentes y hacia qué sector las envía, pero con una característica distintiva, el

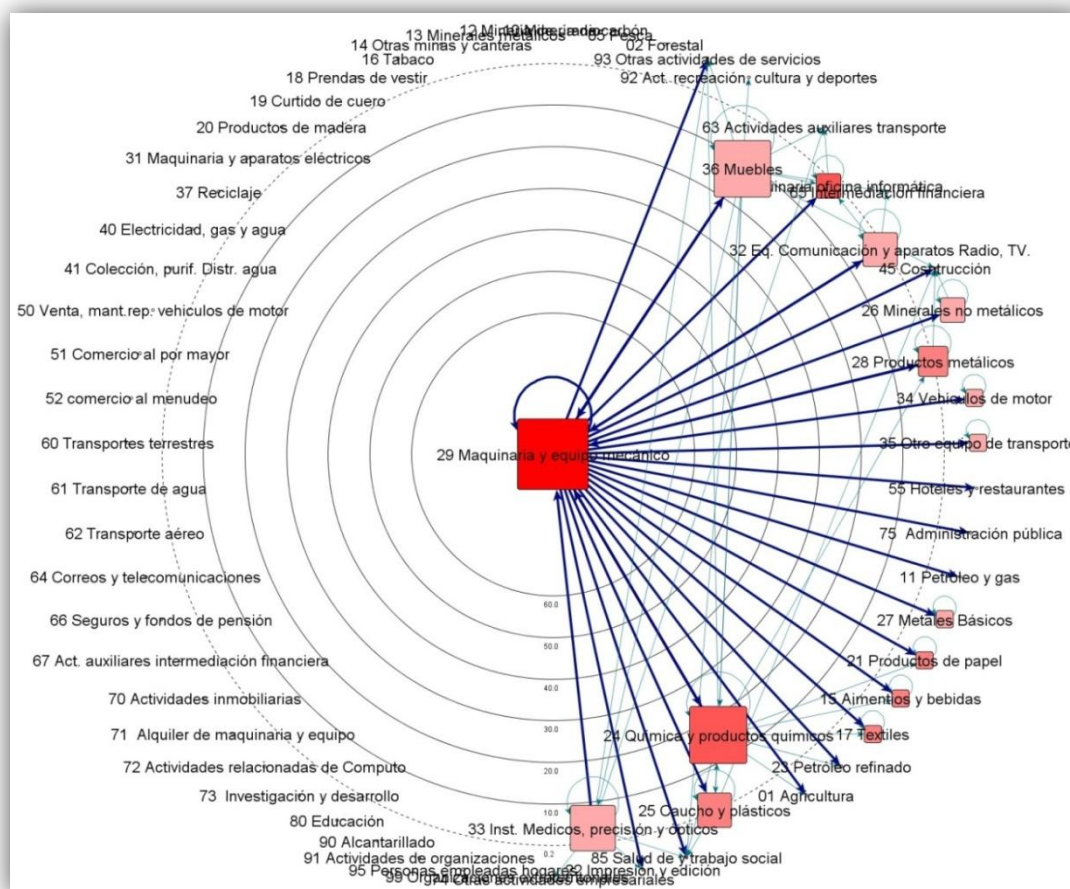
color más oscuro de la flecha se referiría a un mayor nivel en el indicador, en tanto que el color claro mostraría que los vínculos en ese indicador son de un menor nivel. Nuevamente se puede apreciar que (29) Maquinaria y equipo mecánico, se distingue por emitir y recibir el mayor número de vínculos, pero con la peculiaridad de que su difusión es hacia un muy amplio número de sectores.

GRÁFICA 3
ESTADOS UNIDOS
RED DE INTERRELACIONES DE PATENTES
1985-1989
(NÚMERO DE PATENTES)



Para este mismo periodo 1985-1989 presentamos la gráfica 4, la cual se obtiene a partir de la binarización de los datos de patentes, con el objetivo de hacer más evidentes las principales conexiones de las actividades de bienes de capital y aquellos sectores más importantes de la economía norteamericana. En este caso, se siguieron los mismos criterios que en la gráfica anterior, los cuales resaltan visualmente las características de las interrelaciones.

GRÁFICA 4
ECONOMÍA DE ESTADOS
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES
1985-1989
(VÍNCULOS MÁS SIGIFICATIVOS)

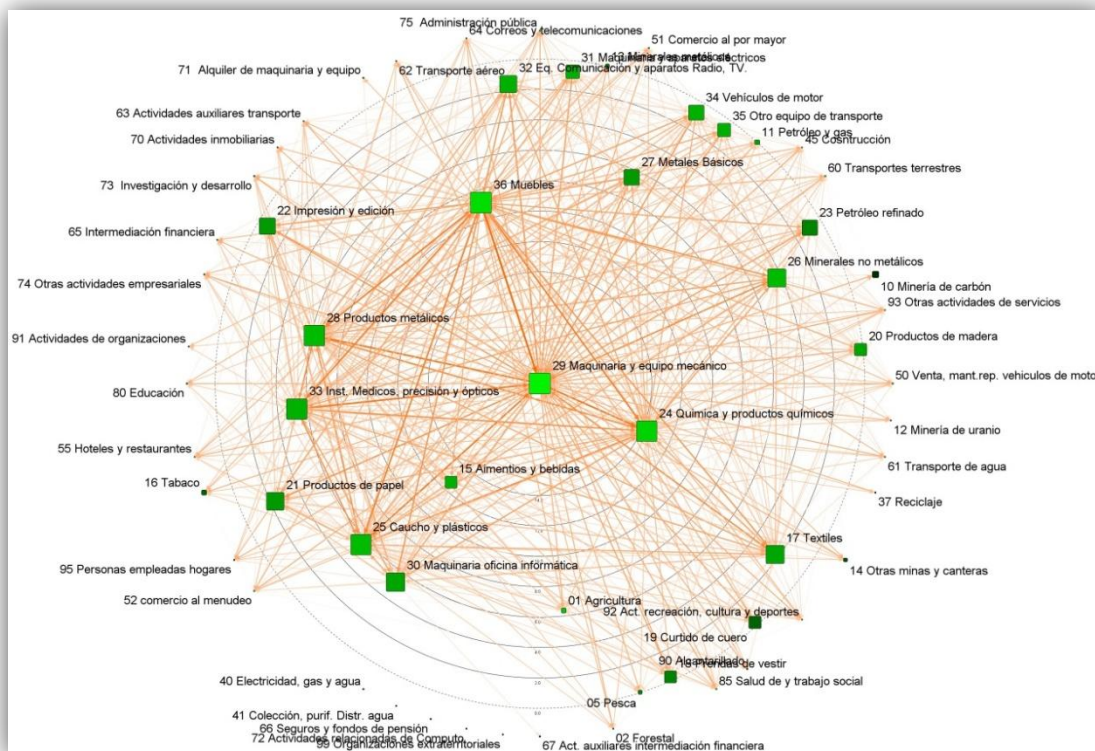


De esta gráfica se pueden destacar tres resultados. En primer lugar, (29) Maquinaria y equipo mecánico se sitúa en mejor lugar en todos los indicadores, tanto por su posición dentro de la red como por el tipo de vínculos. En segundo lugar, al presentarse los enlaces de forma más clara, se pueden observar la interrelación con aquellos sectores económicos que son importantes generadores de patentes dentro del sistema y que, a su vez, conforman grupos de interrelaciones al estar cercanamente conectados con unos pocos sectores, tal es el caso de (24) Química, que interactúa con (23) Petróleo, (25) Caucho y plásticos y (15) Alimentos y bebidas. En tercer lugar, otros productores de bienes de capital, destacan como importantes generadores de patentes hacia el resto del sistema, sobresalen (30) Maquinaria de oficina e informática y (33) Instrumentos de medición.

No obstante, la importancia que tuvieron los bienes de capital en el periodo de 1985-1989, cabe preguntarse ¿cuál es la situación más reciente? y ¿qué posibles

modificaciones pudo haber sufrido la estructura de patentamiento de la economía de Estados Unidos? Para responder a estas interrogantes, a continuación se presentan dos gráficas para el periodo 2005-2009, en las que, siguiendo el mismo método de exposición, se realiza una descripción de las características de la red de innovación en dicho periodo.

GRÁFICA 5
ESTADOS UNIDOS
ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO
2005-2009
(NÚMERO DE PATENTES)

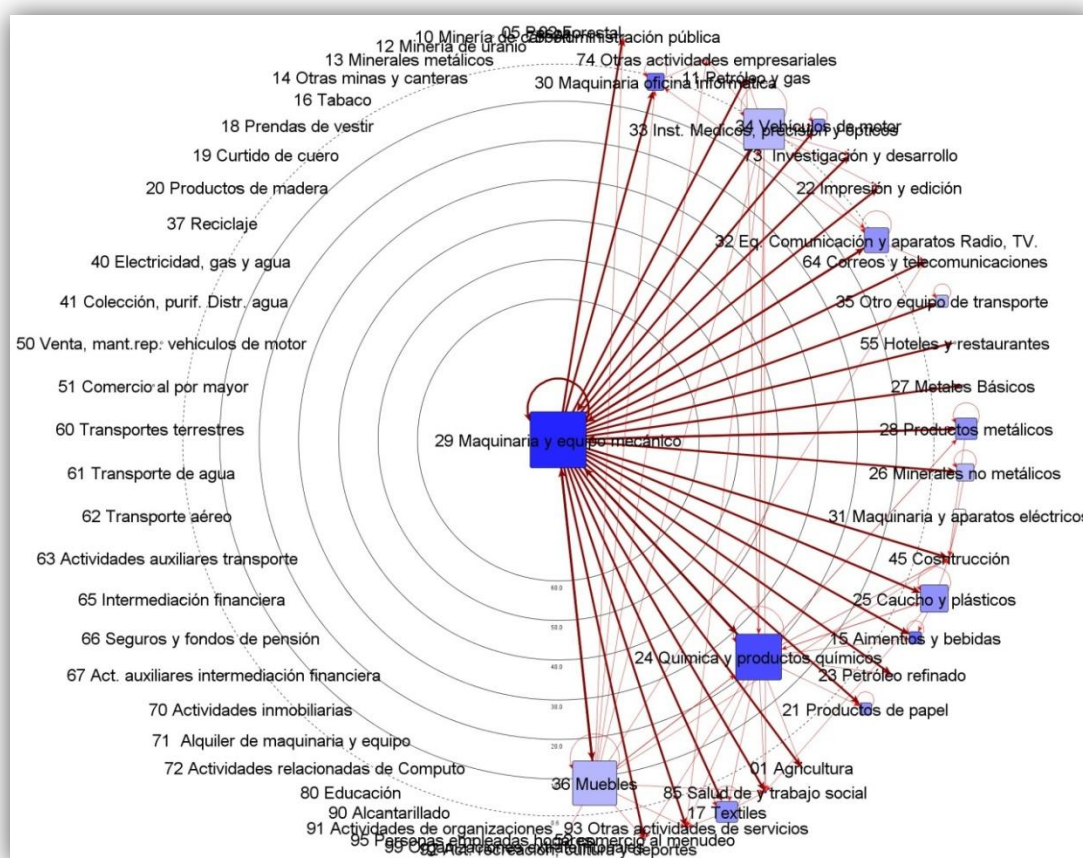


De acuerdo a la información de la gráfica 5, sobresalen dos resultados. Primero, al comparar con la gráfica de 1985, se observa un incremento en la densidad en los vínculos durante el último periodo, es decir, en el número de interrelaciones. Ello, a su vez, se constata observando que otras actividades se ubican en una posición más cercana al sector más central, (29) Maquinaria y equipo mecánico, ejerciendo también un importante papel de intermediarios dentro de la red de difusión de conocimiento. Por otro lado, entre las actividades en posiciones cada vez más centrales, destacan (24) Química y productos químicos, (33) Instrumentos de medición, (36) Muebles y (15) alimentos y bebidas, las cuales con la gráfica de los vínculos medidos con el indicador

eigenvector, se muestra que además de las vinculaciones con el sector (29), se convierten en emisores importantes de vínculos dentro de la red.

Nuevamente, haciendo una aproximación con una gráfica binarizada podemos identificar los vínculos más importantes y tratar de identificar las principales relaciones, dicho ejercicio lo ilustramos en la gráfica 6.

GRÁFICA 6
ESTADOS UNIDOS
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES
2005-2009
(VÍNCULOS MÁS SIGIFICATIVOS)



En esta gráfica se aprecia la gran influencia de (29) Maquinaria y equipo mecánico en la red de innovación de Estados Unidos, la cual no solo se conserva en el tiempo, por ser la industria cuya producción y uso de patentes dentro del sistema innovador norteamericano es la de mayor peso, sino también por afianzar su nivel de relación con sectores que han aumentado la cantidad de conexiones con otros sectores muy cercanos a ellos, nos referimos a Química, Instrumentos de medición, Componentes electrónicos y Fabricación de productos metálicos.

En síntesis, en Estados Unidos se corrobora la importancia de los bienes de capital en su papel de generador de nueva tecnología y su destacada función como agente

difusor de conocimiento. De ahí que dicho sector se constituye como agente dinamizador dentro del sistema de innovación, siendo un elemento determinante como fuente de acumulación de conocimiento, que es utilizado por todo el sistema para generar nuevas ideas y aplicarlas en nuevos productos y/o procesos que son transmitidos a toda la red.

A pesar de la claridad de estos resultados, vale la pena preguntar, ¿se podría esperar que en otros países desarrollados, la industria de bienes de capital tuviera una posición similar? Por ello, resulta pertinente plantear un análisis similar para otros países. En este sentido, en las dos siguientes secciones haremos la presentación de los resultados que se obtuvieron para Alemania y Japón.

2.3.2.El sistema de patentes de Alemania y su red de interrelaciones.

Al igual que para el caso de Estados Unidos, en los cuadros 3 y 4 se presenta una síntesis de la información de las matrices de patentes de Alemania, que se obtienen al aplicar la metodología de la concordancia Yale-OCDE, en ellos se puede tener una aproximación a la dinámica de la actividad de patentamiento durante los diferentes periodos que van desde 1985 hasta el año 2009.

La información del cuadro 3 registra la dinámica de patentamiento de Alemania por industria de manufactura. En este caso, se puede apreciar una fuerte concentración de la actividad de patentamiento por parte de un reducido número de sectores, 12 de los 60 sectores, generan más del 96 por ciento de las patentes en todo el periodo. Adicionalmente, los sectores que son catalogados como productores de bienes de capital (29) Maquinaria y equipo mecánico, (33) Instrumentos médicos de precisión, (30) Maquinaria informática y (32) Equipo de Comunicaciones y aparatos de Radio y TV y (35) Otro equipo de transporte, concentraban el 52 por ciento de la generación de patentes durante el primer periodo, en tanto que para el último la participación es de casi el 48 por ciento. Por lo anterior, en este país los bienes de capital tienen un papel de suma importancia como generadores de innovaciones para la economía.

En cuanto a su dinámica, al igual que en el caso anterior, aunque el volumen de patentamiento aumenta, su ritmo de crecimiento anual disminuye de forma paulatina, de un 10 por ciento entre 1985 y 1989 al 1,8 por ciento en el último periodo.

CUADRO 3
DINÁMICA DE PATENTAMIENTO DE ALEMANIA POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA, 1985 -2009

	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994	1990-1999	1995-2004	2000-2009	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009
	Total Industria de Manufactura					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
29 Maquinaria y equipo mecánico	2.546	5.961	13.561	24.717	31.850	9,9	9,6	6,9	2,9	34,2	29,0	27,1	26,5	28,5
24 Química y productos químicos	1.196	5.376	13.848	25.046	25.622	18,2	11,1	6,8	0,3	16,1	26,2	27,6	26,8	23,0
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	748	1.708	4.095	8.160	10.700	9,6	10,2	8,0	3,1	10,1	8,3	8,2	8,7	9,6
36 Muebles	782	1.795	4.514	8.294	10.265	9,7	10,8	7,0	2,4	10,5	8,7	9,0	8,9	9,2
34 Vehículos de motor	601	1.421	3.412	6.940	9.267	10,0	10,2	8,2	3,3	8,1	6,9	6,8	7,4	8,3
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio, TV.	334	937	2.846	6.301	6.089	12,2	13,1	9,2	-0,4	4,5	4,6	5,7	6,7	5,5
28 Productos metálicos	314	790	1.855	3.009	4.228	10,8	9,9	5,5	3,8	4,2	3,8	3,7	3,2	3,8
30 Maquinaria oficina informática	195	537	1.382	3.200	3.373	11,9	11,1	9,8	0,6	2,6	2,6	2,8	3,4	3,0
25 Caucho y plásticos	228	669	1.462	2.481	3.277	12,7	9,1	6,0	3,1	3,1	3,3	2,9	2,7	2,9
26 Minerales no metálicos	116	285	667	1.061	1.299	10,6	9,9	5,3	2,3	1,6	1,4	1,3	1,1	1,2
35 Otro equipo de transporte	69	202	479	804	1.179	12,7	10,1	5,9	4,3	0,9	1,0	1,0	0,9	1,1
21 Productos de papel	48	186	370	559	757	16,3	7,9	4,7	3,4	0,6	0,9	0,7	0,6	0,7
SUBTOTAL	7.176	19.868	48.491	90.573	107.905	10,7	9,3	6,4	1,8	96,5	96,8	96,8	97,0	96,7
TOTAL	7.434	20.533	50.092	93.395	111.568	10,7	9,3	6,4	1,8					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Por otra parte, en su función de usuario de las nuevas ideas generadas por otros sectores, cuatro subsectores pertenecientes al sector de bienes de capital (29) Maquinaria y equipo mecánico, (33) Instrumentos médicos, precisión y ópticos, (32) Equipo de comunicación y (30) maquinaria informática, absorbían el 34 por ciento de las patentes en el primer periodo, mientras en el último lapso el 27 por ciento. Confirmando, con ello, su importancia como usuarios de las innovaciones que se desarrollan en la economía. Cabe destacar que pese a que la concentración en pocos sectores es alta, se registra una disminución significativa en cuanto al uso de las nuevas patentes generadas en otros sectores, en conjunto los 12 sectores disminuyen su peso del 91 por ciento en el primer periodo al 79 en el último.

CUADRO 4
DINÁMICA DE PATENTAMIENTO POR SECTOR DE USO DE ALEMANIA, 1985 - 2009

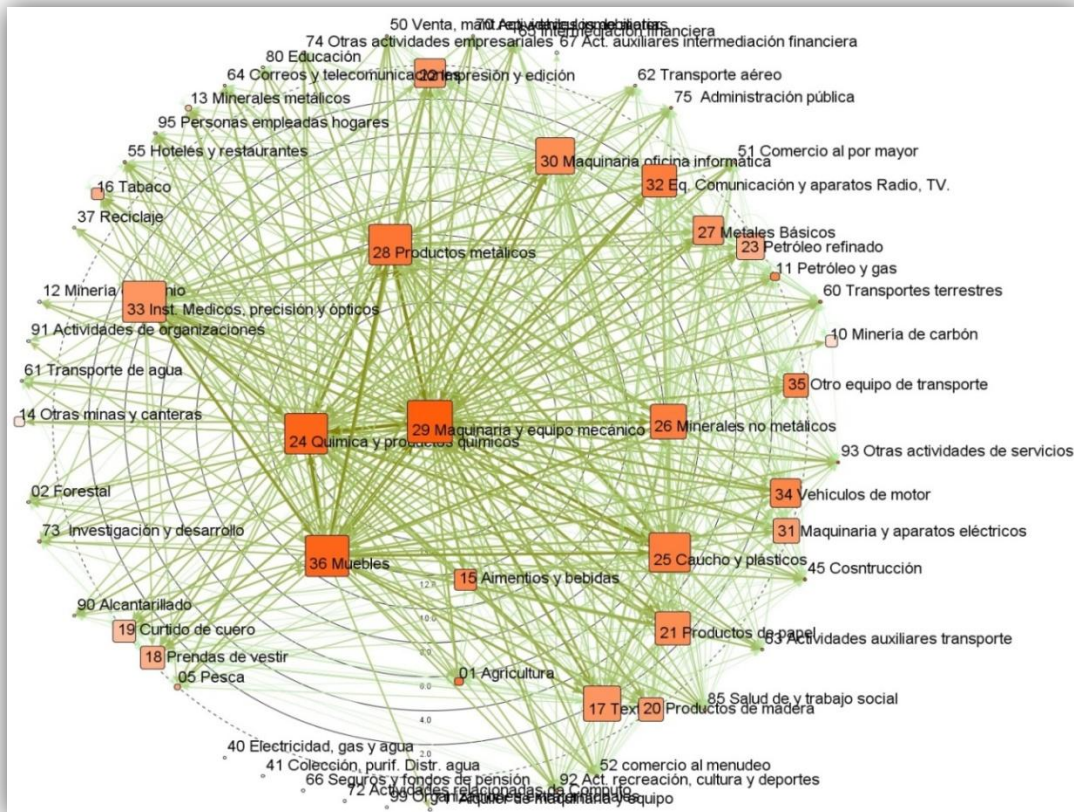
	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994	1990-1999	1995-2004	2000-2009	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009
	Total Sector de Uso					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
29 Maquinaria y equipo mecánico	1.402	3.207	7.551	14.646	18.939	9,6	10,0	7,6	2,9	22,5	15,6	15,1	15,7	17,0
24 Química y productos químicos	714	3.229	8.122	13.937	13.674	18,3	10,8	6,2	-0,2	11,4	15,7	16,2	14,9	12,3
85 Salud de y trabajo social	718	1.944	4.835	11.142	13.020	11,7	10,7	9,7	1,7	11,5	9,5	9,7	11,9	11,7
34 Vehículos de motor	772	1.807	4.327	8.681	11.607	9,9	10,2	8,0	3,3	12,4	8,8	8,6	9,3	10,4
93 Otras actividades de servicios	393	1.044	2.639	4.903	5.866	11,5	10,9	7,1	2,0	6,3	5,1	5,3	5,2	5,3
45 Construcción	436	1.067	2.464	3.670	4.779	10,5	9,7	4,5	3,0	7,0	5,2	4,9	3,9	4,3
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio, TV	276	808	2.317	4.892	4.684	12,7	12,4	8,7	-0,5	4,4	3,9	4,6	5,2	4,2
25 Caucho y plásticos	200	762	1.878	3.342	3.979	16,0	10,5	6,6	2,0	3,2	3,7	3,7	3,6	3,6
30 Maquinaria oficina informática	198	563	1.488	3.609	3.700	12,3	11,4	10,3	0,3	3,2	2,7	3,0	3,9	3,3
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	259	614	1.490	2.840	3.535	10,0	10,4	7,4	2,5	4,2	3,0	3,0	3,0	3,2
28 Productos metálicos	193	562	1.258	2.143	2.812	12,6	9,4	6,1	3,1	3,1	2,7	2,5	2,3	2,5
15 Alimentos y bebidas	153	383	929	1.717	2.193	10,8	10,4	7,1	2,8	2,4	1,9	1,9	1,8	2,0
SUBTOTAL	5.715	15.990	39.297	75.524	88.790	10,8	9,4	6,8	1,6	91,5	77,9	78,4	80,9	79,6
TOTAL	6.244	20.533	50.092	93.395	111.568	12,6	9,3	6,4	1,8					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Al analizar la estructura de patentamiento de Alemania para el primer periodo, 1985-1989 (gráfica 7), destaca que (29) Maquinaria y equipo mecánico tiene la mayor influencia tanto como generadora de patentes como usuaria. Dato que es posible

generadas en todo el sistema. Por último, el indicador eigenvector permite apreciar una fuerte interrelación entre estos sectores, identificándose como los más importantes usuarios y generadores de patentes de todo el sistema.

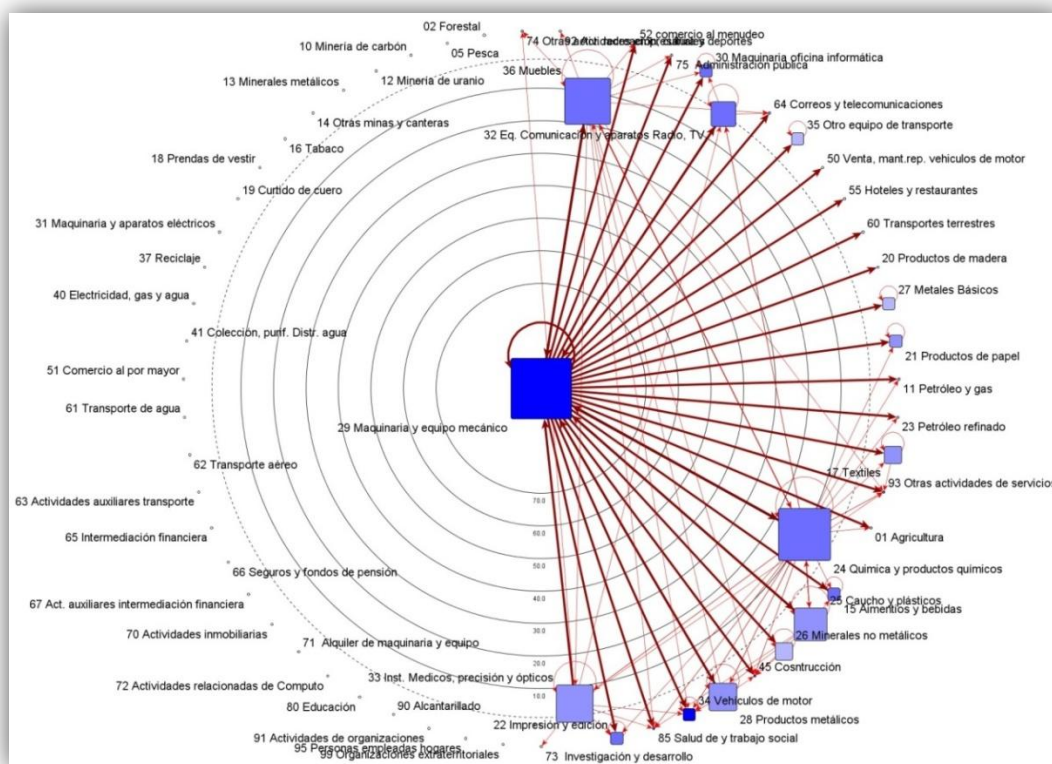
GRÁFICA 9
ALEMANIA
ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO
2005-2009
(NÚMERO DE PATENTES)



Ahora bien, si se hace un análisis más detallado utilizando la gráfica binarizada, (29) Maquinaria y equipo se ubica en la posición central y establece sus relaciones más importantes con 28 de los 60 sectores. Por el color oscuro y el tamaño de la figura cuadrada, resalta nuevamente (24) Química y (36) Muebles como principales usuarios de las patentes generadas en el sistema. Al observar el color de las flechas –indicador eigenvector – estos mismos sectores, además de establecer relaciones con (29) Maquinaria y equipo, tienen interrelaciones significativas con otros sectores, de tal manera que podría afirmarse que conforman un subconjunto o cluster de innovación con sectores que, a su vez, son afines a su propia actividad productiva, como (24) Química

con (26) Minerales no metálicos, (36) Muebles y con (34) Vehículos de motor (gráfica 10).

GRÁFICA 10
ALEMANIA
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES
2005-2009
(VÍNCULOS MÁS SIGIFICATIVOS)



2.3.3. El sistema de patentes de Japón y su red de interrelaciones

La dinámica del patentamiento en la economía japonesa muestra que, al igual que en los otros dos países, existe una concentración en la generación de patentes en un reducido número de sectores. De hecho, los 12 sectores presentados en el cuadro 5 concentran poco más del 96 por ciento de las patentes de todo el sistema.

Los cuatro sectores que se abocan a la elaboración de bienes de capital desempeñan un papel preponderante en la generación de ideas innovadoras que se traducen en patentes y que son usadas en la economía japonesa. Las cuatro actividades – (29) Maquinaria y equipo mecánico, (32) Equipo de comunicación, (33) Instrumentos médicos, precisión y ópticos y (30) Maquinaria de oficina informática – alcanzan una participación del 49 y 51 por ciento, durante el primer y último periodo, respectivamente.

Un tercer resultado, que distingue a Japón de los otros dos países, es que la tasa de crecimiento promedio anual, es relativamente elevada durante los cuatro periodos, alcanzando un promedio de crecimiento del 8,5 por ciento para el último periodo.

CUADRO 5
DINÁMICA DE PATENTAMIENTO DE JAPÓN POR INDUSTRIA DE MANUFACTURA, 1985 -2009

	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994	1990-1999	1995-2004	2000-2009	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009
	Total Sector de Uso					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
29 Maquinaria y equipo mecánico	1.574	2.997	6.815	21.009	49.646	7,4	9,6	13,3	10,0	26,8	24,6	22,1	22,7	23,6
24 Química y productos químicos	1.383	3.944	10.709	25.607	47.907	12,3	11,7	10,2	7,2	23,6	32,3	34,8	27,6	22,8
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio,	437	877	2.801	11.023	25.731	8,0	13,8	16,4	9,9	7,5	7,2	9,1	11,9	12,2
36 Muebles	664	1.131	2.787	9.443	23.233	6,1	10,5	14,5	10,5	11,3	9,3	9,1	10,2	11,1
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	543	868	2.122	8.015	20.542	5,3	10,5	15,9	11,0	9,3	7,1	6,9	8,6	9,8
30 Maquinaria oficina informática	317	588	1.373	5.038	11.137	7,1	9,9	15,5	9,2	5,4	4,8	4,5	5,4	5,3
34 Vehículos de motor	202	379	788	2.647	8.037	7,2	8,5	14,4	13,1	3,5	3,1	2,6	2,9	3,8
25 Caucho y plásticos	196	354	878	2.312	6.099	6,8	10,6	11,4	11,4	3,3	2,9	2,9	2,5	2,9
28 Productos metálicos	152	281	645	1.931	4.357	7,1	9,7	13,0	9,5	2,6	2,3	2,1	2,1	2,1
26 Minerales no metálicos	105	198	427	1.261	2.512	7,3	8,9	12,8	8,0	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2
15 Alimentos y bebidas	44	100	310	997	1.896	9,4	13,5	13,8	7,4	0,8	0,8	1,0	1,1	0,9
27 Metales Básicos	54	125	255	702	1.612	9,7	8,2	11,9	9,7	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8
SUBTOTAL	5.672	11.841	29.911	89.984	202.708	7,6	9,7	11,6	8,5	96,7	97,0	97,2	97,1	96,4
TOTAL	5.865	12.204	30.776	92.714	210.213	7,6	9,7	11,7	8,5					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Asimismo, al revisar la dinámica en el uso de las patentes de Japón, se identifican tres comportamientos similares que en la generación de patentes. En primer lugar, una fuerte concentración en un reducido número de sectores, de hecho 12 de ellos absorben el 80 por ciento de las patentes que se generan en la economía. Aunado a ello, los cuatro sectores de bienes de capital, también asimilan una proporción considerable de las patentes generadas, alrededor de un tercio en los dos periodos considerados.

Por último, se registra un comportamiento muy dinámico, con un crecimiento sostenido, cuya tasa de crecimiento promedio anual supera el 7 por ciento en los cuatro

periodos, siendo superior al 10 por ciento en (29) Maquinaria y equipo mecánico y (33) Instrumentos médicos, precisión y ópticos.

CUADRO 6
DINÁMICA DE PATENTAMIENTO DE JAPÓN POR SECTOR DE USO, 1985 -2009

	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	1985-1994	1990-1999	1995-2004	2000-2009	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009
	Total Sector de Uso					Tasa de Crecimiento Promedio Anual				PARTICIPACION (%)				
29 Maquinaria y equipo mecánico	1.006	1.786	4.066	13.725	33.015	6,6	9,6	14,5	10,2	17,1	14,6	13,2	14,8	15,7
24 Química y productos químicos	833	2.371	6.205	14.117	25.710	12,3	11,3	9,6	6,9	14,2	19,4	20,1	15,2	12,2
85 Salud de y trabajo social	530	1.205	3.262	9.989	21.600	9,6	11,7	13,2	8,9	9,0	9,9	10,6	10,8	10,3
32 Eq. Comunicación y aparatos Radio, TV.	362	742	2.439	9.334	21.213	8,3	14,1	16,1	9,6	6,2	6,1	7,9	10,1	10,1
93 Otras actividades de servicios	377	688	1.806	6.286	15.296	6,9	11,3	14,9	10,4	6,4	5,6	5,9	6,8	7,3
30 Maquinaria oficina informática	331	642	1.573	5.964	13.088	7,7	10,5	16,0	9,1	5,6	5,3	5,1	6,4	6,2
34 Vehículos de motor	319	580	1.207	3.906	11.464	6,8	8,5	13,9	12,7	5,4	4,8	3,9	4,2	5,5
25 Caucho y plásticos	329	628	1.470	3.478	8.566	7,5	9,9	10,0	10,5	5,6	5,1	4,8	3,8	4,1
33 Inst. Medicos, precisión y ópticos	208	345	876	3.089	7.379	5,8	10,9	15,0	10,2	3,5	2,8	2,8	3,3	3,5
45 Construcción	180	382	931	2.495	5.928	8,7	10,4	11,6	10,1	3,1	3,1	3,0	2,7	2,8
28 Productos metálicos	137	293	711	2.143	4.511	8,8	10,3	13,0	8,6	2,3	2,4	2,3	2,3	2,1
15 Alimentos y bebidas	123	253	691	2.112	4.405	8,3	11,8	13,2	8,5	2,1	2,1	2,2	2,3	2,1
SUBTOTAL	4.735	9.916	25.237	76.638	172.175	7,7	9,8	11,7	8,4	80,7	81,3	81,9	82,7	81,9
TOTAL	5.865	12.204	30.807	92.714	210.213	7,6	9,7	11,6	8,5					

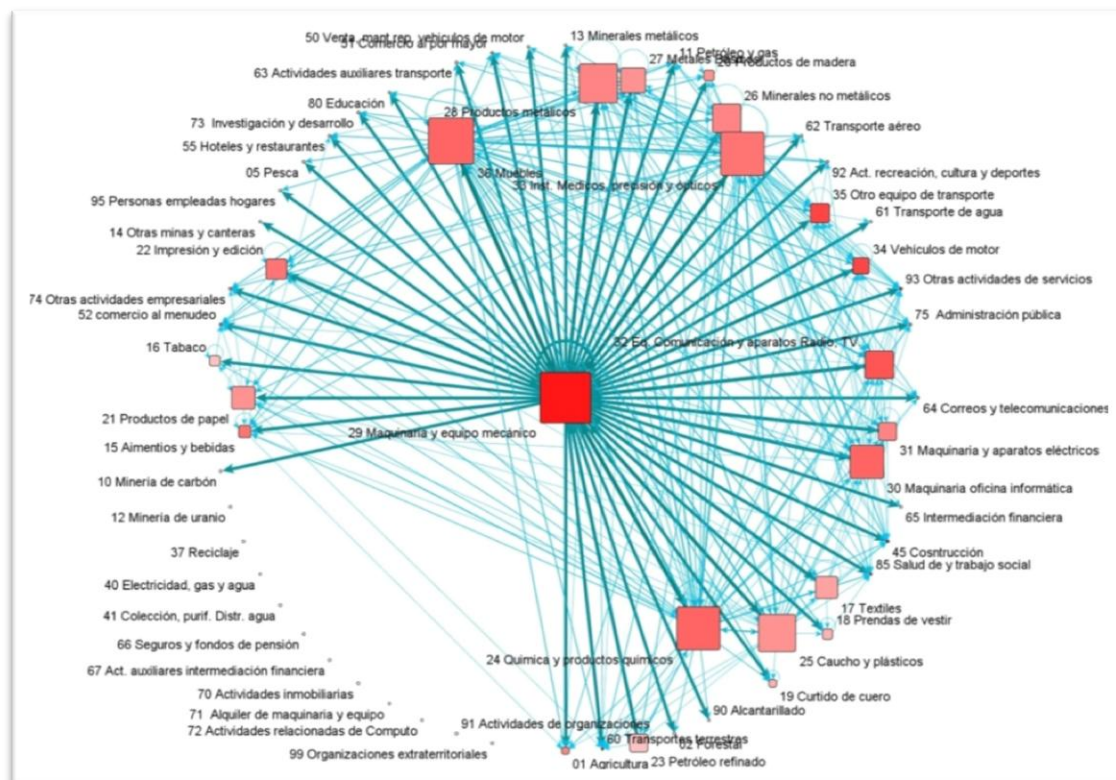
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos aplicando el software de la Concordancia tecnológica de la OCDE a datos de patentes obtenidos de la WIPO.

Con lo anterior confirmamos que la producción de bienes de capital, resulta fundamental en la dinámica de generación de innovaciones, al tiempo que constituye un importante impulsor de la actividad innovadora generada en otros sectores, al tener un papel destacado en el uso de las patentes creadas en la economía.

En la red de interrelaciones, según los cuatro indicadores que se han empleado en los dos casos anteriores, durante el primer periodo se observa que (29) Maquinaria y equipo se ubica en el centro de la red, ya sea por la cantidad de patentes que genera o por su capacidad de asimilar nuevas ideas provenientes de otros sectores. Ello, lo convierte en un importante generador y difusor de innovaciones dentro de la economía (gráfica 11).

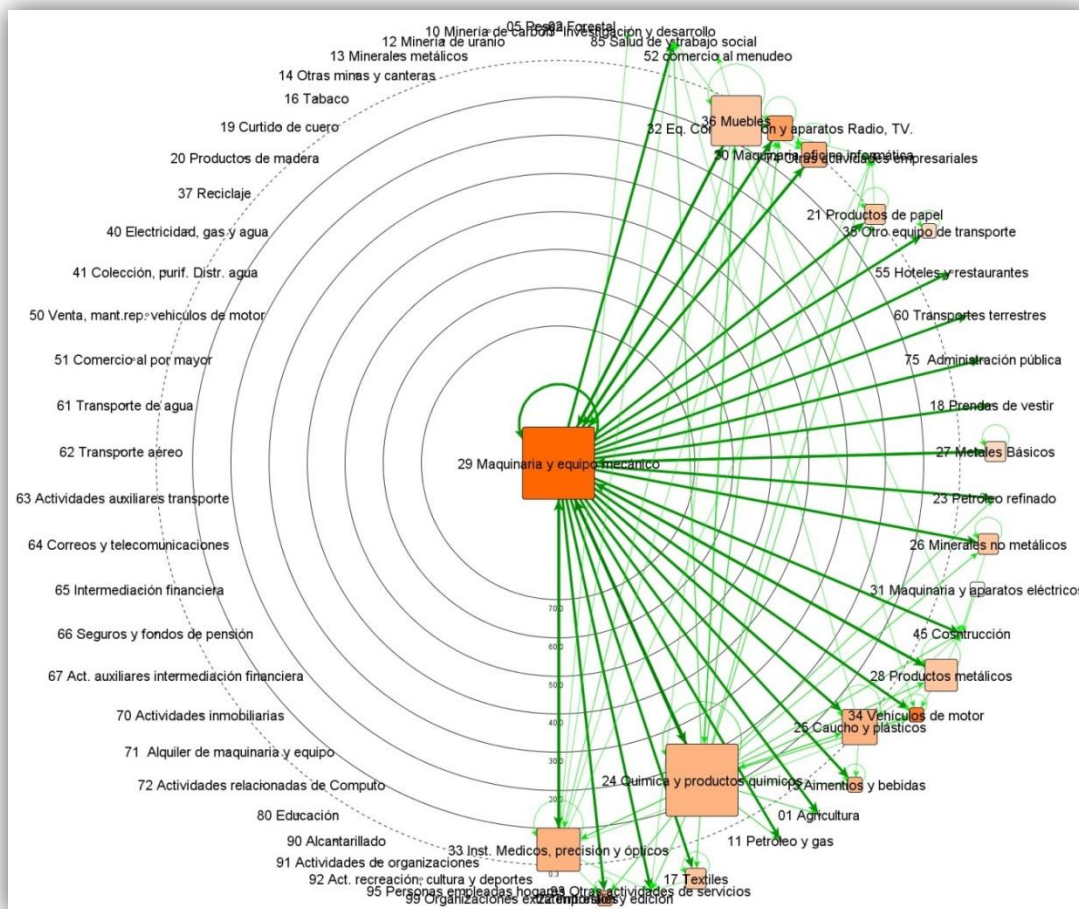
Por el tamaño del cuadro, que representa la emisión de patentes, encontramos que cuatro actividades se distinguen como importantes difusoras de las innovaciones incorporadas en las nuevas patentes, (29) Maquinaria y equipo, (33) Instrumentos médicos de precisión y ópticos, (24) Química y productos químicos y (28) Productos metálicos.

GRÁFICA 11
JAPÓN
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES 1985-1989
(NÚMERO DE PATENTES)



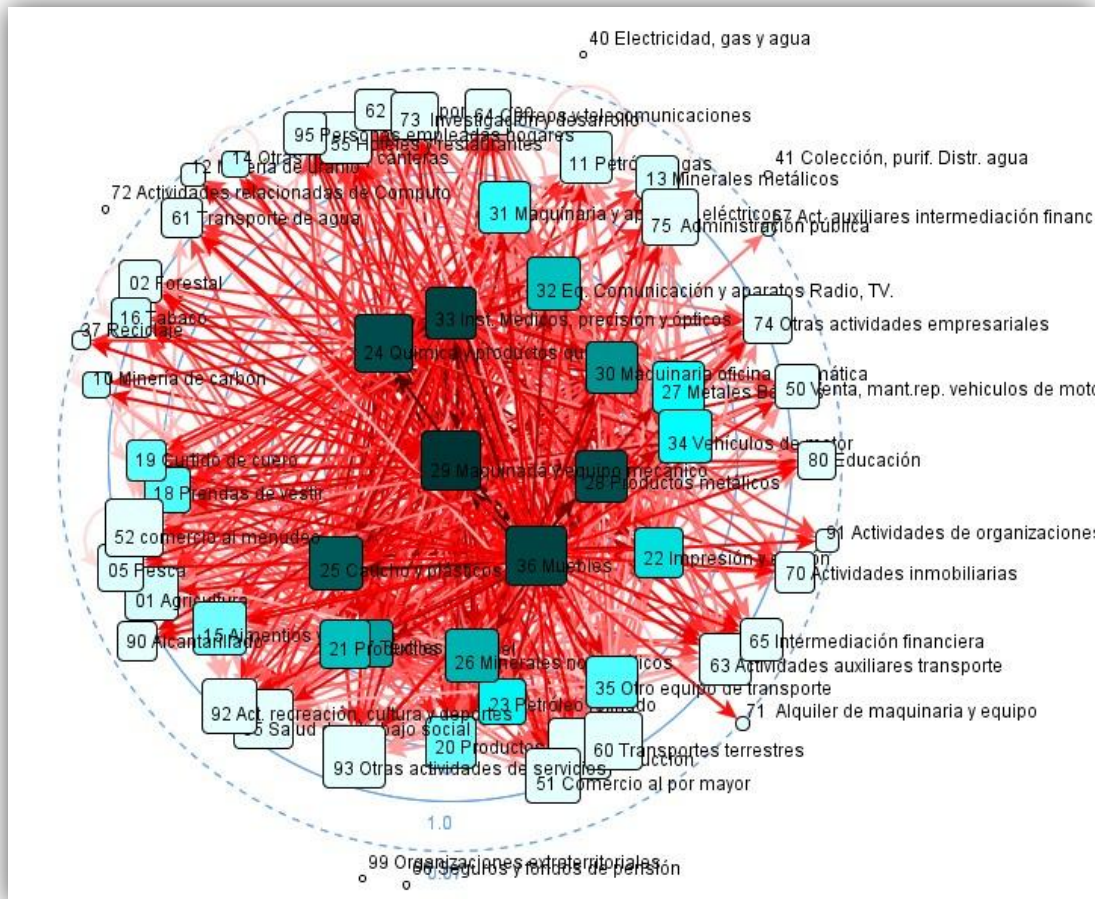
Para tener una idea más clara de los vínculos que establecen los sectores en la red de interrelaciones, se presenta una gráfica binarizada en la que se pueden identificar las conexiones más importantes de (29) Maquinaria y equipo. Resaltan los vínculos con 25 sectores, cuyo nivel de patentamiento o de utilización de patentes se encuentra por encima del promedio. De estos vínculos, se observa que la mayoría se realizan con sectores que pertenecen al sector manufacturero, los cuales le proveen las patentes que incorporan en sus productos (29) Maquinaria y equipo. Nuevamente se destacan los sectores (36) Muebles, (24) Química y productos químicos y (33) Instrumentos médicos y de precisión como los más activos generadores dentro del sistema de patentamiento de Japón (gráfica 12).

GRÁFICA 12
JAPÓN
RED DE INTERRELACIONES EN EL SISTEMA DE PATENTES DE 1985-1989
(VÍNCULOS MÁS SIGNIFICATIVOS)



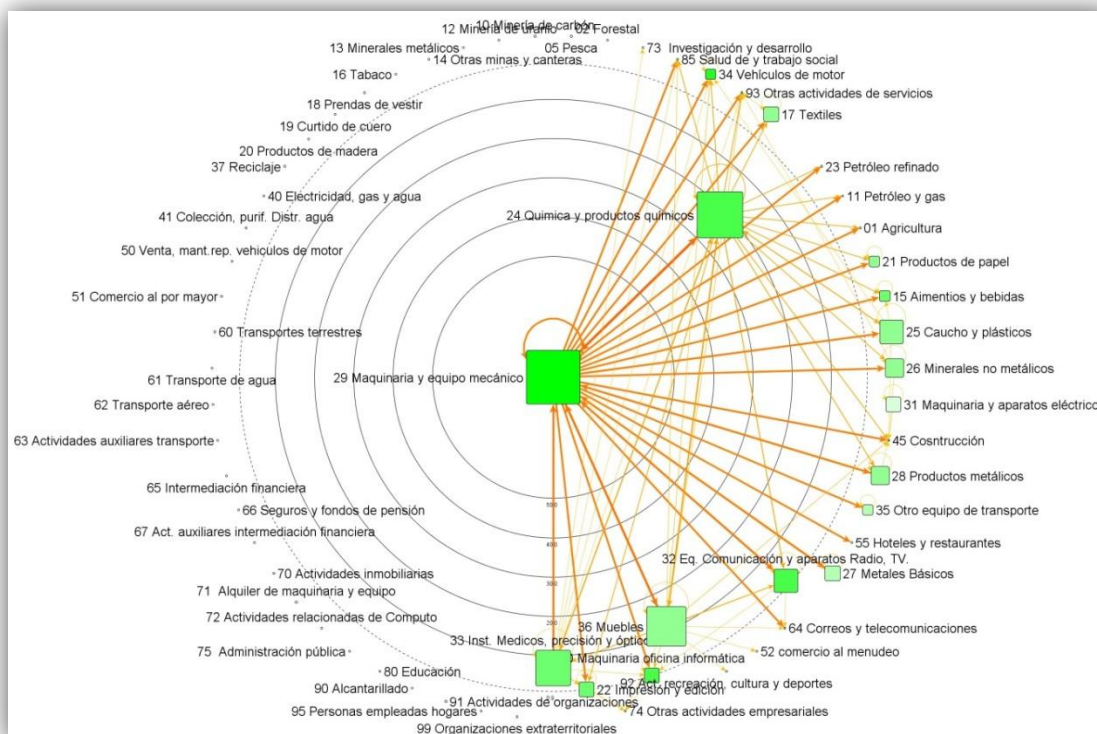
En el segundo período, 2005-2009, se visualizan dos cambios significativos (gráfica 13). El primero se refiere a una considerable densidad en la red de interrelaciones que se establecen en el sistema de patentes de Japón, lo que implica una mayor interconexión entre aquellos sectores generadores de patentes y los usuarios de las mismas. En segundo lugar, si se compara con el primer periodo, se percibe una mayor interacción de otros sectores que cobran gran relevancia, tal es el caso de (24) Química, (36) Muebles, (28) Productos metálicos, (33) Instrumentos médicos y precisión y (30) Maquinaria de oficina, todos ellos próximos a las órbitas más centrales, indicando un más alto nivel de interrelaciones en el sistema de patentes. Asimismo, por el color más oscuro que presentan los cuadros de estos sectores, se establece que son los principales emisores de patentes hacia el resto del sistema, por el indicador out-degree o grado hacia fuera.

GRÁFICA 13
JAPÓN
ESTRUCTURA DE LA RED DE PATENTAMIENTO DEL
PERIODO 2005-2009
(NÚMERO DE PATENTES)



No obstante, esta mayor densidad no permite apreciar los vínculos más significativos, por lo que al igual que en los casos anteriores se recurre a la gráfica que sólo toma en cuenta los vínculos que están por arriba del promedio y omite aquellos sectores que presentan ceros en su respectiva casilla. Así, en la gráfica 14, podemos ver que nuevamente (29) Maquinaria y equipo sobresale por su posición central, aunque cabe resaltar que para este año solo mantiene interrelaciones importantes con veintitrés de los 60 sectores. Otra de las actividades que tiene una mayor relevancia en la red de patentes es (24) Química, que se aproxima al centro de la red, reflejando su alta influencia tanto en la generación y difusión de patentes como en la asimilación de las que se crean en otros sectores.

GRÁFICA 14
JAPÓN
RED DE INTERRELACIONES
PERIODO 2005-2009
(VÍNCULOS MÁS SIGIFICATIVOS)



CONCLUSIONES

Son tres las principales conclusiones que se pueden extraer de los resultados presentados en este capítulo. Primero, la metodología para obtener la información de las patentes y su estudio mediante el análisis de redes, resulta útil para la identificación de patrones de interrelación, tanto de la generación como del uso de las patentes a nivel sectorial. Ello, nos dio la posibilidad de apreciar al sistema en su conjunto y su evolución, lo que ayudó a confirmar que una gran parte de las innovaciones que se plasman en patentes se traducen en maquinaria y equipo capaz de introducirlas en el sistema productivo.

Segundo, la información analizada en los tres países, corrobora la idea de que los procesos de innovación se realizan con base en los continuos flujos de conocimiento e información, y una de las formas en las que se puede estudiar es a través de las patentes. En este sentido, en este trabajo se comprueba que este indicador es adecuado para identificar cómo la innovación está presente en la estructura productiva y, por lo tanto, no es exógeno al sistema.

Tercero, de la información por país se extraen los siguientes resultados:

1. En los tres países los sectores productores de bienes de capital – (29) Maquinaria y equipo mecánico, (32) Equipo de comunicación, (33) Instrumentos médicos, precisión, y ópticos y (30) Maquinaria de oficina informática – tienen un peso relativo muy importante en el sistema de patentes, tanto en la generación como en el uso. En particular (29) Maquinaria y equipo, el cual durante los dos períodos analizados se ubicó como el de mayor influencia en los tres países.
2. Se presentan algunas diferencias en la evolución del patentamiento en cada país. Mientras Japón es altamente dinámico, con una tasa de crecimiento promedio anual del 8 por ciento, los otros dos países presentan menor ritmo de crecimiento, alrededor del uno por ciento. Cabe aclarar que en Japón, cuatro actividades productoras de bienes de capital son altamente dinámicas.
3. En el caso de Alemania, (35) Otro equipo de transporte se encuentra entre los doce sectores de mayor relevancia dentro de la red de patentes de aquel país, indicando cierta especialización en este sector, aunque debe aclararse que los otros cuatro sectores también desempeñan una función destacada. Por su parte, en Estados Unidos, la actividad de mayor peso relativo es (24) Química y productos químicos, señalando un cierto grado de especialización en el sistema de patentes.
4. Aun cuando en Estados Unidos el sector que más produce y utiliza patentes es el (24) Química y productos químicos, al realizar el análisis con los indicadores de redes, (29) Maquinaria y equipo posee mayor influencia dentro del sistema de patentes, lo que nos muestra que no sólo es relevante el volumen de patentes que se pueda lograr, sino que es igual o más importante la forma en cómo los sectores se interrelacionen, siendo la función que desempeñen un determinante de su influencia dentro de la economía.

Con base en estas conclusiones podemos afirmar que el sector productor de bienes de capital es fundamental dentro del proceso de innovación, no sólo por su capacidad de generación de nuevo conocimiento, sino también por su capacidad para asimilar y difundir innovaciones dentro del sistema, al menos, en lo que concierne a los flujos de conocimiento que se plasman en las patentes.

Estas conclusiones no sugieren dos preguntas, ¿en el caso de otros indicadores que han sido utilizados para medir flujos de conocimiento, cómo el gasto en Investigación y

Desarrollo (I+D), se podrá corroborar esta idea de la importancia que desempeña el sector de bienes de capital? Y, aun cuando se comprueba que los bienes de capital son importantes generadores y difusores de conocimiento, ¿dicha condición tendrá algún impacto dentro de la estructura productiva? Para dar respuesta a estas preguntas, en los siguientes dos capítulos se abordarán tales problemáticas. En el siguiente capítulo se realizará el estudio del gasto en I+D mediante el análisis estructural, el cual toma en cuenta no sólo el nivel de gasto sino precisamente su influencia con la estructura productiva. Por su parte, en el último capítulo se estudiará la influencia del sector con el conjunto del sistema, tratando de identificar los vínculos con los sectores de mayor dinamismo dentro de la estructura productiva e identificando sus principales características productivas y tecnológicas.

CAPÍTULO III

EL IMPACTO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO INCORPORADO EN EL SECTOR DE BIENES DE CAPITAL Y SU DIFUSIÓN EN EL SISTEMA ECONÓMICO

INTRODUCCIÓN

Desde muy diferentes perspectivas teóricas se ha señalado que la capacidad de innovar y realizar el potencial económico de las nuevas tecnologías, es una de las fuentes principales del crecimiento económico, ya sea por el incremento en la productividad o bien por la expansión de la capacidad productiva, o por ambos. Sin embargo, no se tiene muy claro cómo poder medir el impacto del nuevo conocimiento generado hacia el conjunto del sistema económico.

En este sentido, en este capítulo se pretende demostrar que el sector productor de bienes de capital es el elemento que vincula la dinámica tecnológica con la estructura productiva, en la medida en que este sector es generador de nuevo conocimiento, pero también posee la capacidad de asimilar y difundir el nuevo conocimiento creado en el conjunto de la estructura productiva, dependiendo de su grado de articulación. Por lo tanto, podemos afirmar que la importancia económica de este sector, en términos de sus interrelaciones, influirá sobre la forma en cómo fluye la innovación tecnológica hacia otras actividades productivas.

De acuerdo a Rosenber y Mowery (1998), la habilidad de una economía de traducir las innovaciones en nuevos productos y procesos y, de esta forma, lograr la difusión oportuna y generalizada de las nuevas tecnologías, es fundamental para el desempeño económico de la mayoría de las actividades económicas; de ahí que una parte importante de la productividad y, con ello, de la competitividad de empresas y países depende no sólo de la creación sino también de la asimilación y adopción de ideas y productos desarrollados en otros lugares.

En este sentido, aun cuando resulta necesario identificar aquel o aquellos sectores con la capacidad de asimilar, generar y difundir el cambio tecnológico dentro de cualquier sistema económico, la teoría con mayor influencia en la actualidad en la determinación de políticas a seguir respecto a la innovación y el cambio tecnológico –

neoclásica – omite o deja de lado el análisis del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo, y se olvidan del impacto sectorial o hacia la estructura productiva. Esto es, descartan el análisis de sectores estratégicos para el desarrollo económico, como el sector de bienes de capital que no sólo genera y difunde sus propias innovaciones a través de las relaciones intersectoriales sino que también tiene la capacidad de asimilar y adaptar el cambio tecnológico proveniente del exterior.

Por tanto, resulta indispensable desarrollar un análisis que recupere los avances realizados por diferentes estudiosos del tema, con el objetivo de estudiar de manera conjunta la innovación tecnológica y su influencia sobre la estructura productiva.

Posiblemente, una de las aportaciones más destacada de la teoría neoschumpeteriana, es el trabajo de Keith Pavitt (1984), quien mediante una taxonomía sectorial identifica la naturaleza de la actividad innovadora – ya sea incorporada o desincorporada – para reconocer ciertos patrones tecnológicos en la industria, distinguiendo entre la fuente de la tecnología usada por las empresas para innovar (si la tecnología es generada dentro del sector o es adquirida de otros sectores) y la importancia que adquieren las innovaciones de producto y proceso.

A partir de tales consideraciones identifica cuatro grandes sectores: (1) *Sectores Dominados por el Proveedor*, utilizan fuentes tecnológicas externas mediante la compra de nueva maquinaria y equipo, las innovaciones son de proceso; (2) *Sectores Intensivos en Escala*, la actividad innovadora de las empresas se basa en la introducción de técnicas intensivas en el uso de capital, encaminadas a explotar economías de escala y reducir costos de producción; (3) *Sectores Oferentes Especializados*, empresas especializadas en la producción de equipo e instrumentos usados como innovaciones de proceso por los otros sectores; (4) *Sectores Basados en Ciencia*, sus innovaciones son en gasto en I+D, explotando los avances ocurridos en los campos científicos y tecnológicos más relevantes dentro de su área de especialización (Pavitt, 1984).

Esta clasificación si bien permite entender cómo tiene lugar la creación y difusión de los avances tecnológicos a través del sistema económico, lo hace a un nivel muy agregado – cuatro sectores únicamente. Esto es, en los *Sectores Dominados por el Proveedor* e *Intensivos en Escala*, la tecnología que utilizan es producida en otros sectores y es adquirida a través de inversión en maquinaria y equipo nuevo que incorpora innovaciones, predominando la introducción de nuevas tecnologías de proceso. En tanto que en los *Sectores Proveedores Especializados* y *Basados en*

Ciencia, el cambio tecnológico se desarrolla a partir del conocimiento codificado o desincorporado y se traduce en una forma incorporada ya sea en producto o proceso.

Desde el punto de vista de esta investigación, de la taxonomía de Pavitt es posible extraer dos consideraciones que apoyan la hipótesis de que el sector de bienes de capital es fundamental dentro del sistema económico. La primera es que el sector *Proveedores Especializados*, donde queda clasificada la producción de bienes de capital, es aquel que tiene mayores interrelaciones con el resto de sectores. Segunda, para los sectores *Proveedores Especializados* y *Basados en Ciencia*, el cambio tecnológico deriva en forma incorporada, lo que implica que es necesaria la introducción de maquinaria y equipo capaz de producir un nuevo producto y/o una mejora de procesos. Pese a tales consideraciones reconocen que el desarrollo tecnológico requiere de la interrelación con otros sectores para lograr su implementación y, por tanto, su difusión, pero no establece ninguna forma de identificar dicha interrelación entre los cuatro grupos identificados.

Resulta pertinente recordar que, desde otra perspectiva de análisis, Nathan Rosenberg consideraba esencial la capacidad de creación y difusión que posee un sistema económico como tal, específicamente, la función desempeñada por uno de sus principales agentes, el sector productor de bienes de capital, que desarrolla y acumula el conocimiento y las habilidades de aprendizaje e innovación de un sistema económico para crear, asimilar y difundir nuevas tecnologías.

Rosenberg (1982: 273) señala que el rasgo más sobresaliente de una economía mundial altamente integrada, no es su habilidad inventiva sino la capacidad para explotar nuevas oportunidades tecnológicas, independientemente del país de origen, lo cual requiere un nivel mínimo de habilidades tecnológicas para modificar y adaptar la tecnología extranjera a las necesidades locales. La elección apropiada entre tecnologías alternativas presupone un conocimiento tecnológico considerable, difícil de adquirir en ausencia de cualquier experiencia y capacidad interna.

Tomando en consideración los anteriores argumentos, afirmamos que el sector de bienes de capital es un importante generador y difusor de nueva tecnología y, al mismo tiempo, resulta ser un componente esencial para vincular el comportamiento innovador con el desempeño económico sectorial a través de su impacto o influencia sobre la estructura productiva.

En este sentido, la capacidad de generación tecnológica del sector de bienes de capital es incuestionable, pero determinar el potencial de difusión del avance tecnológico requiere de un instrumento metodológico capaz de identificar las

interrelaciones sectoriales y su vinculación con el esfuerzo innovador. Desde otras posturas teóricas, diferentes al análisis neo-schumpeteriano, se han desarrollado trabajos que reúnen la información de las tablas input-output con gasto en I+D y datos de patentes, con el fin de relacionar los efectos de derrames de tecnología desincorporada y su impacto económico (Scherer, 1982, 2003; Schnabl, 1995; Leoncini, *et al.*, 1996; Pao-Long Changa y Hsin-Yu Shih, 2005; Kortum y Putnam, 1997; Johnson y Evenson, 1997). El trabajo de Nestor Terleckyi (1974), seguido de otros estudios de autores como Scherer (1982), Papaconstantinou, *et al.* (1996), Sakurai, *et al.* (1997) y, más recientemente, Hauknes y Knell (2009), afirman que un grupo restringido de sectores tienen una importancia crítica por ser los productores netos de tecnología dentro del sistema económico; asimismo, comprueban que la tecnología incorporada en insumos intermedios y de capital representan una gran proporción de toda la tecnología incorporada en el producto final, con considerables diferencias entre países. Así, mientras la inversión de capital representa el cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo productivo, los productos intermedios añaden avances tecnológicos en materias primas y componentes.

Uno de los argumentos más interesantes, derivados del empleo de tablas tecnológicas de input-output con datos de encuestas de innovación, es el de DeBresson, *et al.* (1994, 1996), quienes afirman que la actividad innovadora es un proceso estructurado que surge de interacciones iterativas entre individuos, dentro y entre unidades de negocios, y dentro y entre sectores industriales. Por lo que la estructura preexistente de relaciones económicas, condiciona dónde los agentes económicos aprenden, interactúan y crean nuevas formas de hacer las cosas, y, al hacerlas, generan nuevo conocimiento técnico.

En este capítulo, interesa distinguir la magnitud y el tipo de relación que establecen con cada uno de sus subsectores, es decir, si sus vínculos son directos o indirectos y que relación guardan con la capacidad de generación y difusión de cambio tecnológico. Por tal motivo, se propone la utilización de la metodología que emplea el análisis de difusión de producto-incorporado, donde los insumos comprados añaden nuevos bienes o mejoras en la calidad, en nuestro caso maquinaria y equipo nuevo o mejorado.

De esta manera, emplearemos tablas input-output y gastos de I+D sectorial, para evaluar la función que desempeña el sector de bienes de capital en las economías de Alemania, Japón y Estados Unidos, como creador y difusor de nueva tecnología, así

como definir sus patrones de difusión a través de los vínculos que establece y la magnitud de los mismos.

Realizar este estudio en los tres países elegidos responde a tres razones fundamentales: en primer lugar, en cada uno de estos países la industria de bienes de capital ha alcanzado un importante nivel de desarrollo; segundo, al tratarse de economías desarrolladas y líderes en sus regiones, se entiende que desempeñan un papel importante como países difusores de nuevas tecnologías y, finalmente, pese a los rasgos comunes que puedan compartir, se pretende indagar en sus patrones de innovación, esto es, sus similitudes o diferencias.

El capítulo está dividido en tres apartados. El primero se dedica a describir la metodología de estudio y el manejo de la información; en el segundo se analiza el papel que juegan los bienes de capital como agente creador y difusor de nuevas tecnologías y, finalmente, se presentan las conclusiones del capítulo.

3.1 La metodología para el análisis del proceso de creación y difusión tecnológica.

De acuerdo a la hipótesis de esta investigación, el sector de bienes de capital tiene una importancia fundamental no sólo por su capacidad de articulación sino, y sobre todo, por ser una de las fuentes principales para la creación y difusión de la nueva tecnología, en tanto posee la facultad de vincularse con otras industrias, generando un efecto de transmisión de los avances tecnológicos sobre todo el sistema, resultado de las propias transacciones intersectoriales. Con el propósito de estudiar dicho proceso de creación y difusión de la tecnología, a continuación empleamos la metodología de input-output, la que permite desarrollar un mapa que describe los flujos de conocimiento, revelando el papel que desempeña la industria de bienes de capital.

El proceso de difusión se examina analíticamente por medio de matrices de flujo de innovación intersectorial. Los estudios que emplean esta metodología tienen la característica de asumir como eje de análisis el enfoque de subsistema o sectores verticalmente integrados, haciendo referencia a la transferencia de tecnología (indirectamente) incorporada a través del empleo de un vector de gasto en I+D (Marengo y Sterlacchini, 1990).

El concepto de un subsistema o sectores verticalmente integrados proviene de los trabajos de Sraffa y Pasinetti, quienes introducen el enfoque de subsistema a partir del modelo básico abierto de Leontief:

$$\mathbf{x} = \mathbf{L}\mathbf{y} \quad (3.1)$$

Se utiliza un vector de demanda final \mathbf{y} , el cual, se compone únicamente de ceros, excepto para un elemento. Este elemento será 1, o $y_j = 1$.

Derivado de la multiplicación, el vector resultante \mathbf{x} contiene exactamente la columna \mathbf{j} de la inversa de Leontief \mathbf{L} . Sraffa llamo a este vector \mathbf{x}_j un subsistema. El significado de tal vector \mathbf{x}_j es explicado por la definición de una entrada de la inversa de Leontief \mathbf{L} , siendo un multiplicador multi-sector: el elemento l_{ij} especifica qué tanto debe producir el sector i para ayudar al sector j a producir una unidad completa de su producto final. Por tanto, la columna \mathbf{j} de la inversa de Leontief \mathbf{L} , sería trasladada en el vector del subsistema \mathbf{x}_j , especificando la contribución de todos los sectores, que conduce a la producción de una unidad \mathbf{j} de producto de demanda final (Schnabl, 1994).

Si cambiamos el vector descrito anteriormente por un vector \mathbf{y}_j con el monto absoluto de demanda final en la entrada y_j , obtendríamos en el vector resultante \mathbf{x}_j los requerimientos de producción absoluta de todos los sectores involucrados en la producción del producto final de la categoría \mathbf{j} con un valor de y_j .

Las consideraciones correspondientes para todas las n categorías de demanda final resultan simultáneamente. Por tanto, es necesario multiplicar procediendo desde la derecha, para que tenga lugar a la vez para todos los sectores, lo cual resulta a través de la multiplicación con la matriz diagonal de la demanda final $\hat{\mathbf{y}}$.

Se divide la matriz \mathbf{X} renglón por renglón, por el correspondiente valor de producción \mathbf{x}_i , obteniendo las respectivas entradas del sector \mathbf{x}_{ij} de cada subsistema en la producción de la demanda final, el cual en la forma de matriz del operador \mathbf{B} , se obtiene el resultado que se presenta en la ecuación (3.1).

Si se multiplica el lado izquierdo de la ecuación (3.1) por un vector diagonal de los valores de producto total $(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$, obtenemos la ecuación (3.2)

$$\mathbf{X} = (\hat{\mathbf{x}})^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} \quad (3.2)$$

El lado izquierdo de la multiplicación de la matriz arriba calculada \mathbf{X} con el vector diagonal de los valores de producto total $(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$, tenemos una “normalización” de los renglones, tal que los elementos \mathbf{x}_{ij} suman la unidad para cada renglón i ($i = 1, \dots, n$).

Multiplicando nuevamente el operador \mathbf{X} de la izquierda de la ecuación (3.1) por una matriz diagonal adicional, como los indicadores tecnológicos de gasto en I+D ($\hat{\mathbf{r}}$),

da como resultado la imputación o dedicación de tal gasto de innovación en la producción de los n productos de demanda final:

$$X_R = \hat{r}(\hat{x})^{-1} (I - A)^{-1} \hat{y} \quad (3.3)$$

Las columnas en la matriz muestran qué tanto incorpora cada subsistema en gastos de I+D (ya sea del mismo sector o de otras actividades), para producir el monto de demanda respectivo del producto y_j de demanda final, directa e indirectamente. A través de este proceso, el enfoque de matriz de subsistema reproduce los flujos tecnológicos interindustriales, que muestran el gasto en innovación usado en cada producto final individual j .

La matriz X_R equivale a la intensidad en I+D sectorial directa (gasto en I+D por producto bruto); las matrices de flujos de innovación intersectorial $R_{(28 \times 28)}$ que se obtienen de la ecuación (3.2), indican en el renglón i el monto de gasto en I+D realizado por sector i para innovar el producto re-empleado (elementos en la diagonal principal) y el producto restante requerido por los otros sectores (elementos fuera de la diagonal principal). La columna j está simétricamente descrita en términos de requerimientos (Leoncini, *et al.*, 1996).

A partir de esta metodología, Schnabl (1994 y 1995) realiza dos aportaciones importantes. En primer término, propone emplear la serie de potencias de Euler para distinguir los efectos directos de los indirectos. Cabe mencionar que en los trabajos anteriores pese a considerarse la inversa de Leontief, no era posible diferenciar los efectos directos de los indirectos. Con la propuesta de Schnabl se pueden distinguir las vinculaciones directas de las interrelaciones indirectas, en nuestro caso de los bienes de capital con otros sectores. La segunda aportación de Schnabl, al incorporar el análisis de flujos mínimos para extraer la matriz adyacente, se obtiene un filtro endógeno para el análisis cualitativo, eliminando una de las principales debilidades de las anteriores metodologías que probaban diferentes niveles de filtros para obtener la matriz adyacente.

Como es de interés identificar las interdependencias del sector de bienes de capital en la economía, así como delinear su estructura de vínculos con el resto de los sectores, se recurre al análisis cualitativo o de redes, en el que se parte de una matriz binaria que refleja los flujos cuantitativos con relación a un límite o valor de filtro F . De esta forma, todas las entradas de las interrelaciones de la matriz analizada serán comparadas. Si la entrada ij de una matriz de transacción dada X es:

$$X_{ij} \geq F \quad (3.4)$$

Entonces la entrada de la matriz adyacente W , se construye en paralelo conteniendo el valor 1. Por otro lado, si $x_{ij} < F$, tenemos $w_{ij} = 0$. Por lo tanto, la matriz adyacente W , consiste de entradas 0 y 1, dependiendo de que exista – o no – un flujo de entregas mínimo entre los sectores i y j .

En un análisis de la estructura económica no solo hay interacciones directas, sino también conexiones indirectas, las cuales pueden establecerse siguiendo a Schnabl (1994).

$$W^k = W_k W^{k-1} \quad (3.5)$$

Así, el valor del filtro es un factor decisivo, porque su nivel finalmente determina la estructura de la matriz adyacente W_k . Como se puede apreciar, una variación del valor del filtro cambia la estructura observada de la economía. Por esta razón, la elección del filtro F prueba ser adecuada sobre todo al considerar dos aspectos que resultan contrarios y que genera los siguientes resultados:

- Un alto límite del filtro F da lugar a una buena estructura en la fase inicial del procedimiento de multiplicación en la ecuación (3.5); esto es, pocos 1 en la W^k . Como resultado del número limitado de conexiones directas reveladas, el análisis de conexiones indirectas es más complicado, ya que estas pueden sólo ser descubiertas cuando todos los puntos de conexión en la matriz adyacente muestran el valor 1. Este análisis, por lo tanto, sólo muestra un alcance limitado de etapas intermedias.
- Un bajo valor de filtro, muchos 1 en W^k , permite una profundidad de análisis de largo alcance de los flujos de entregas directas, pero sólo provee débil información estructural, especialmente en las fases iniciales.

Ambos aspectos sugieren una limitante para cierto intervalo de valor de filtro justificable, el cual puede ser resuelto satisfactoriamente mediante el análisis de flujo mínimo. Para considerar la forma de derrame de un flujo intermedio, la relevancia de un flujo se revisa explícitamente en cada una de las etapas intermedias, $k = 1, 2, \dots$, por el análisis de flujo mínimo. Este proceso asegura que cada flujo reportado no será más corto del tamaño de filtro dado F (de ahí el nombre de análisis de flujo mínimo). La prueba de la condición de este flujo mínimo tiene lugar en cada etapa intermedia de acuerdo a la ecuación (3.5).

La matriz original, se estudia en estratos individuales, basados en el desarrollo de la serie de potencias de Euler de la matriz inversa de Leontief.

$$L = (I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 \dots \quad (3.6)$$

Esto resulta en la descomposición de estratos de las matrices del subsistema XR como:

$$X_1 = \hat{r}(\hat{x})^{-1} A^1 \hat{d} \quad (3.7)$$

$$X_2 = \hat{r}(\hat{x})^{-1} A^2 \hat{d} \quad (3.8)$$

$$X_3 = \hat{r}(\hat{x})^{-1} A^3 \hat{d} \quad (3.9), \text{ etc.}$$

... en el cual las primeras matrices X_k , $k = 1, 2, \dots$, reflejan los estratos de la matriz del subsistema original X_R , la cual resulta del desarrollo de las series de potencias de Euler de la inversa de Leontief.

Los estratos o capas X_1, X_2, X_3 , etc. son transformadas en las matrices adyacentes análogas W_1, W_2, W_3, \dots , de acuerdo al valor de filtro elegido. El algoritmo de la conexión de la gráfica teórica del análisis de flujo mínimo descrito, se aplica de acuerdo a la ecuación (3.5); es decir, $W^k = W_k W^{k-1}$, para determinar también las conexiones indirectas dentro de la estructura.

La concentración del producto de matrices W^k en la matriz de dependencia D, se calcula mediante el uso de la suma Booleana, o $1 + \#1 = 1$ (expresada por el símbolo #):

$$D = (W^1 + \#W^2 + \#W^3 + \dots) \quad (3.10)$$

Sus entradas individuales d_{ij} son únicamente unos (1s) si existe un flujo de entrega directo o indirecto ($\geq F$) entre los dos sectores. La matriz de dependencia D se necesita en el desarrollo de la matriz de conexión H. Análoga al análisis input-output cualitativo, la provisión de esta matriz resulta de:

$$h_{ij} = d_{ij} + d_{ji} + k_{ij} \quad (3.11)$$

La entrada k_{ij} de la matriz K es 1 si una oferta de conexión entre los dos sectores i y j existe, en la cual la dirección no es significativa. Gráficas totalmente conectadas entonces producen una matriz K que consiste, sin excepción de 1s.

La interpretación de las entradas de la matriz de conexión H corresponde al análisis input-output cualitativo:

$h_{ij} = 0$, no hay conexión entre los sectores i y j

$h_{ij} = 1$, relación débil entre sectores i y j

$h_{ij} = 2$, relación unidireccional: i abastece a j

$h_{ij} = 3$, relación bilateral (directa o indirecta).

A través del procedimiento de entropía descrito por Schnabl (1994), se determina una estructura característica promedio, escogiendo un punto en el que exista un número casi igual de sectores calificados del mismo modo con $h_{ij} = 0, 1, 2, 3$.

Si el proceso de búsqueda se inicia con un valor de filtro cero, $h_{ij} = 3$ para todo $i, j = 1, \dots, m$; incrementando el valor del filtro, las conexiones se convierten en unidireccionales ($h_{ij}=2$) o conexiones débiles. Por lo tanto, a valores más altos del filtro, la mayoría de los sectores son aislados o tienen vínculos débiles. Se puede concluir que con series de niveles específicos de matrices H, hay una para la cual existe el máximo de la función de entropía, que se usa para determinar el valor de filtro del nivel “correcto”.

A continuación verificamos a partir de esta metodología el papel del sector de bienes de capital en el proceso de difusión tecnológica. La información se calcula con las bases de datos de la OCDE, STAN para las tablas de los años 1985 y 2005, y ANBER para gasto en I+D de los mismos años.

3.2 La industria de bienes de capital como agente difusor de cambio tecnológico incorporado.

La difusión tecnológica se refiere a varios mecanismos mediante los cuales las empresas adquieren innovación tecnológica externamente, en vez, de generarla internamente. Uno de estos mecanismos tiene lugar durante las compras de insumos y maquinaria y equipo que incorpora nueva tecnología. Por ello, una parte del esfuerzo innovador está asociado al nivel de inversión o gasto en I+D realizado por las empresas.

Para los propósitos de este trabajo, resulta de gran utilidad observar las dos etapas presentes en la inversión en I+D: la primera, implica desarrollar tecnología innovadora y, la segunda, busca mejorar la capacidad de absorción y aprendizaje de la tecnología generada externamente. En este sentido, todas las empresas que invierten en I+D, están involucradas en el proceso de difusión; de ahí, la importancia de identificar la magnitud del gasto en I+D incorporado en la maquinaria y el equipo que se difunde por el sistema económico pero, al mismo tiempo, es relevante distinguir los flujos intersectoriales entre la producción de bienes de capital y el resto de las actividades productivas. Sin dejar de reconocer que el conocimiento y la tecnología puede ser difundida a través de diversos canales, en varios estudios (Leoncini, *et al.* 1996, Drejer, 2000), se sugiere que la identificación de los flujos de I+D de producto-incorporado son un primer paso para

el mejor entendimiento de la estructura de un Sistema Nacional de Innovación (Freeman y Soete, 1987; Lundvall, 1988; Nelson, 1993).

Es preciso considerar que la inversión sustantiva en I+D favorece la absorción de conocimiento, un prerrequisito para la difusión. A su vez, la mayoría de los avances técnicos se construyen sobre tecnologías previas e incorporan muchas de las características de los productos y procesos anteriores, por lo que la probabilidad de que una innovación sea exitosa es una función de los resultados previos. Lo que las empresas e industrias harán en el futuro está fuertemente condicionado por lo que ellas ya han realizado en el pasado y, por lo mismo, sus esfuerzos en gasto en I+D tienen como fin último lograr un mejor desempeño económico.

De esta manera, los derrames de conocimiento que se incorporan en la inversión en I+D y que se transfieren a lo largo del sistema, por medio de la demanda de nueva tecnología (el proceso de difusión), actúan como un estímulo para la oferta (el proceso de innovación). En otras palabras, la innovación y la difusión son complementarios y pueden ser capturadas de forma aproximada mediante las tablas input-output y el gasto en I+D o innovación producto-incorporado.

La principal ventaja de esta metodología radica en que una característica global del sistema de innovación, puede estudiarse mediante el análisis cualitativo de las tablas de input-output y gastos en I+D, evitando así las limitantes asociadas con los estudios de caso. Pese a la debilidad de que el empleo de esta metodología restringe los canales de difusión de tecnología a las compras de insumos intermedios y de capital, puede considerarse una metodología de comparación efectiva y eficiente si lo que pretendemos es únicamente analizar los sistemas de innovación de tres economías con similar nivel de desarrollo, siendo un indicador adecuado para evaluar el procesos de difusión de conocimiento (Griliches, 1990).

3.2.1 Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Alemania

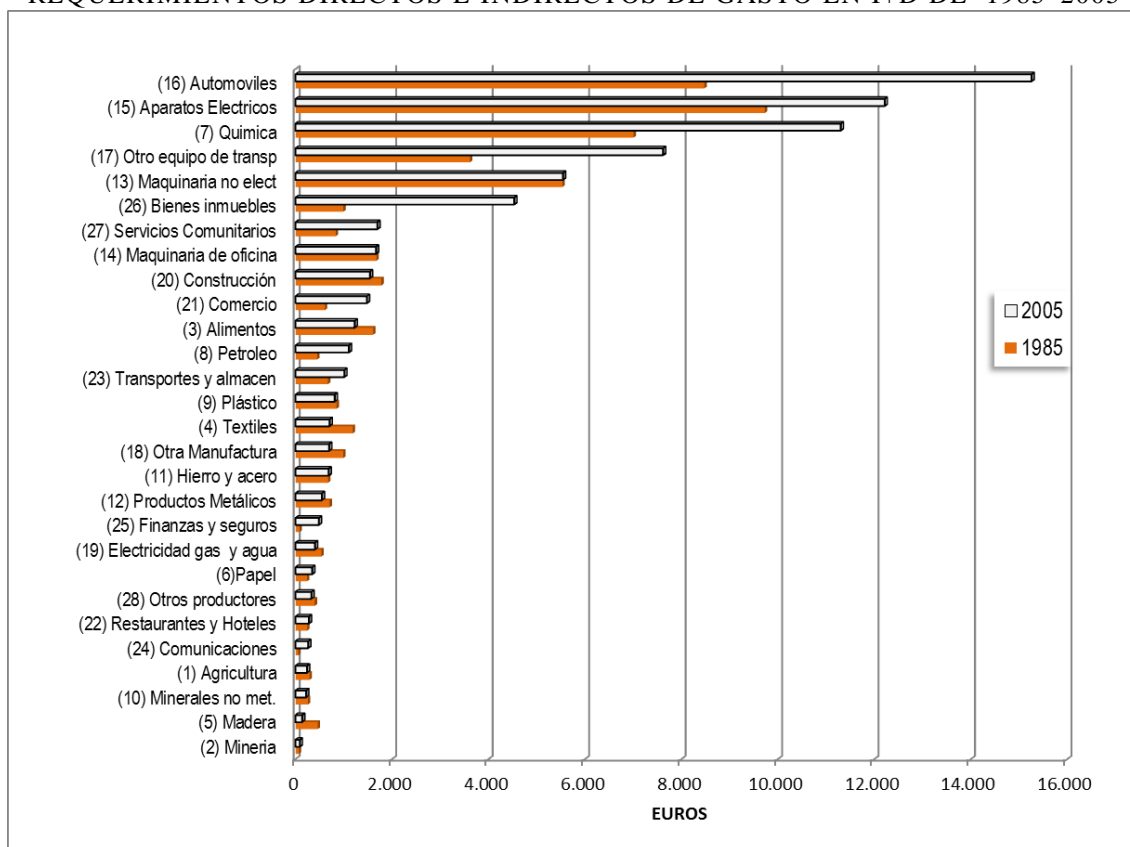
Con el propósito de conocer los sectores que en su producción asimilan los mayores flujos de innovación incorporados en los insumos que utilizan, a continuación se realiza una primera aproximación a los datos de requerimientos directos e indirectos de gasto en I+D. Para ello, empleamos el mismo principio de la metodología de sectores

verticalmente integrados, pero con la particularidad de que las gráficas de barras y los cuadros se construyeron con la inversa de Leontief y no con la serie de potencias, la cual será utilizada para el desarrollo del análisis de grafos.

No siempre los sectores que más gasto destinan a I+D, tienen los más altos efectos multiplicadores o de transmisión hacia el resto de la economía, debido a que ello depende del potencial de interrelaciones que posee cada actividad y su forma de vincularse con el sistema económico en su conjunto. Esto se puede ejemplificar al observar la gráfica 15 y los datos del cuadro 7, en los cuales se muestran cómo en Alemania, durante 2005, el potencial de difusión de (7) Química es menor al de (15) Aparatos Eléctricos; es decir, aun cuando Química es la rama que más destina a I+D, ocupa el tercer lugar en el efecto multiplicador hacia el resto del sistema, mientras la segunda rama, cuya cuantía en el gasto en I+D tiene el tercer lugar, por sus efectos multiplicadores ocupa el segundo sitio.

Como es posible apreciar en la gráfica 15, los cuatro subsectores de la Industria de Bienes de Capital desempeñan un papel importante como generadores e impulsores de procesos de innovación, ya que tres de ellos se ubican en las primeras posiciones como sectores cuyos requerimientos de gasto en I+D son los más altos. No solo sobresale el caso de (15) Aparatos Eléctricos, sino que (13) Maquinaria no eléctrica y (17) Otro equipo de transporte, además de tener una alta participación en el gasto en I+D, por el efecto de sus interrelaciones también se ubican en una posición destacada como sectores de alto potencial de propagación y de incorporación de innovaciones, ocupando el quinto y cuarto lugar, respectivamente.

GRÁFICA 15
ALEMANIA
REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE-STAN

Una conclusión que se extrae de esta información es que no basta con conocer si en una economía se innova o no, más bien lo que interesa es considerar el nivel de influencia o el derrame económico del proceso innovador. Esto es, por los efectos de la integración vertical y, por ende, de las interrelaciones que establece cada sector con el resto de las actividades económicas, se produce un efecto multiplicador que propicia un impacto más que proporcional sobre el conjunto del sistema económico en términos del impulso que pueda generar el gasto en I+D.

Específicamente, en el caso alemán, pese al incremento en el monto de difusión directa e indirecta, en términos globales, el efecto multiplicador tiende a disminuir en el tiempo, es decir de representar el 41 por ciento en 1985 disminuye al 29 para 2005, ello implica que por cada 100 Euros que se gastaban se generaba un efecto de transmisión y propagación adicional mayor en el primer año que en el segundo, seguramente explicado por la pérdida de articulación de la economía alemana. Lo anterior, nos confirma la importancia de asociar la dinámica tecnológica con la estructura económica. Este comportamiento descendente de los efectos multiplicadores entre los dos años,

como se recordará del capítulo anterior, también ocurre con el caso del porcentaje en el patentamiento de las industrias productoras de bienes de capital (del 52 al 48 por ciento). Con lo anterior, no queremos afirmar que la desarticulación de la economía alemana sea la causa de la disminución en el porcentaje de patentes generadas, pero si llama la atención el descenso en los dos indicadores de flujos tecnológicos (desincorporados e incorporados).

CUADRO 7
ALEMANIA
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	1985						2005					
	REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS		
	GASTO TOTAL	JERARQUIA	PORCENTAJE INDIRECTOS	DIRECTOS E	JERARQUIA	PORCENTAJE	GASTO TOTAL	JERARQUIA	PORCENTAJE INDIRECTOS	DIRECTOS E	JERARQUIA	PORCENTAJE
(1) Agricultura	0	22	0,00	291	22	0,58	0	24	0,00	238	25	0,33
(2) Minería	0	22	0,00	69	27	0,14	0	24	0,00	88	28	0,12
(3) Alimentos	367	14	1,04	1.608	8	3,22	293	12	0,52	1.228	11	1,69
(4) Textiles	170	18	0,48	1.184	9	2,37	213	15	0,38	708	15	0,98
(5) Madera	176	17	0,50	460	19	0,92	137	17	0,25	139	27	0,19
(6) Papel	125	20	0,35	236	25	0,47	119	18	0,21	347	21	0,48
(7) Química	7.515	2	21,33	7.008	3	14,01	12.726	1	22,81	11.305	3	15,60
(8) Petróleo	245	15	0,70	448	20	0,90	56	21	0,10	1.107	12	1,53
(9) Plástico	575	10	1,63	851	12	1,70	737	7	1,32	814	14	1,12
(10) Minerales no met.	412	11	1,17	257	23	0,51	252	13	0,45	221	26	0,30
(11) Hierro y acero	729	8	2,07	676	15	1,35	385	10	0,69	687	17	0,95
(12) Productos Metálicos	933	6	2,65	707	14	1,41	471	9	0,84	547	18	0,76
(13) Maquinaria no elect	4.002	4	11,36	5.532	4	11,06	4.130	6	7,40	5.545	5	7,65
(14) Maquinaria de oficina	916	7	2,60	1.676	7	3,35	543	8	0,97	1.670	8	2,30
(15) Aparatos Eléctricos	9.227	1	26,19	9.729	1	19,45	10.321	3	18,50	12.215	2	16,86
(16) Automóviles	5.383	3	15,28	8.477	2	16,95	11.502	2	20,62	15.260	1	21,06
(17) Otro equipo de transp	2.579	5	7,32	3.617	5	7,23	4.478	5	8,03	7.622	4	10,52
(18) Otra Manufactura	620	9	1,76	990	11	1,98	324	11	0,58	698	16	0,96
(19) Electricidad gas y agua	408	12	1,16	535	18	1,07	95	19	0,17	404	20	0,56
(20) Construcción	143	19	0,41	1.780	6	3,56	26	22	0,05	1.544	9	2,13
(21) Comercio	0	22	0,00	607	17	1,21	65	20	0,12	1.481	10	2,04
(22) Restaurantes y Hoteles	0	22	0,00	242	24	0,48	0	24	0,00	278	23	0,38
(23) Transportes y almacén	209	16	0,59	673	16	1,35	229	14	0,41	1.012	13	1,40
(24) Comunicaciones	0	22	0,00	56	28	0,11	0	24	0,00	262	24	0,36
(25) Finanzas y seguros	0	22	0,00	83	26	0,17	194	16	0,35	485	19	0,67
(26) Bienes inmuebles	400	13	1,14	991	10	1,98	8.478	4	15,20	4.536	6	6,26
(27) Servicios Comunitarios	0	22	0,00	833	13	1,67	5	23	0,01	1.698	7	2,34
(28) Otros productores	92	21	0,26	398	21	0,80	0	24	0,00	331	22	0,46
TOTAL	35.226			50.014			55.779			72.469		
(%) EFECTO MULTIPLICADOR (Requerimientos / Gasto Total)				41,98						29,92		

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE-STAN

Análisis de las interrelaciones y flujos de innovación de Alemania

Si bien es interesante analizar el nivel de gasto en I+D y su derrame en el sistema económico, resulta fundamental visualizar los flujos de conocimiento que se dan por medio de las interacciones y, particularmente, el papel que desempeñan los sectores productores de bienes de capital. Para este fin, en esta sección realizaremos una aproximación mediante el análisis de redes y su representación gráfica. En términos de exposición, se presentan los dos años por separado para posteriormente hacer una

comparación entre ambos, enfatizando los posibles cambios o las transformaciones más significativas.

Las gráficas de redes utilizadas muestran las características visuales que distinguen diferentes atributos de los nodos o sectores y de sus vínculos, los cuales ilustran la posición de cada sector dentro de la red de relaciones e interrelaciones de acuerdo al tipo de asociaciones que establece cada uno de ellos con el resto de sectores de la economía de acuerdo con tres criterios:

1. La gráfica se construye utilizando el algoritmo denominado Posición por Nivel (Status Layer) que proporciona el paquete de computo Visone³, el cual ofrece una representación gráfica de los datos en forma jerárquica o de árbol. En dicha representación gráfica, los sectores con el mayor índice de centralidad hacia afuera, esto es, aquellos sectores que emiten más vínculos por sus interrelaciones directas e indirectas hacia otros sectores (mayor capacidad de difusión), serán los que se ubicaran en las primeras posiciones de arriba hacia abajo. A medida que se descienda se ubicarán sectores con un menor nivel de centralidad o menor grado de propagación.

2. Se emplean colores para señalar el indicador de centralidad hacia dentro (o In-degree), el cual mide los vínculos que recibe cada sector de otros sectores. En este caso, a mayor intensidad, el grado será más alto, es decir, es un sector demandante de tecnología generada en otras actividades. Además, para distinguir a los cuatro sectores que integran la industria de bienes de capital del resto, se les asigna una forma triangular.

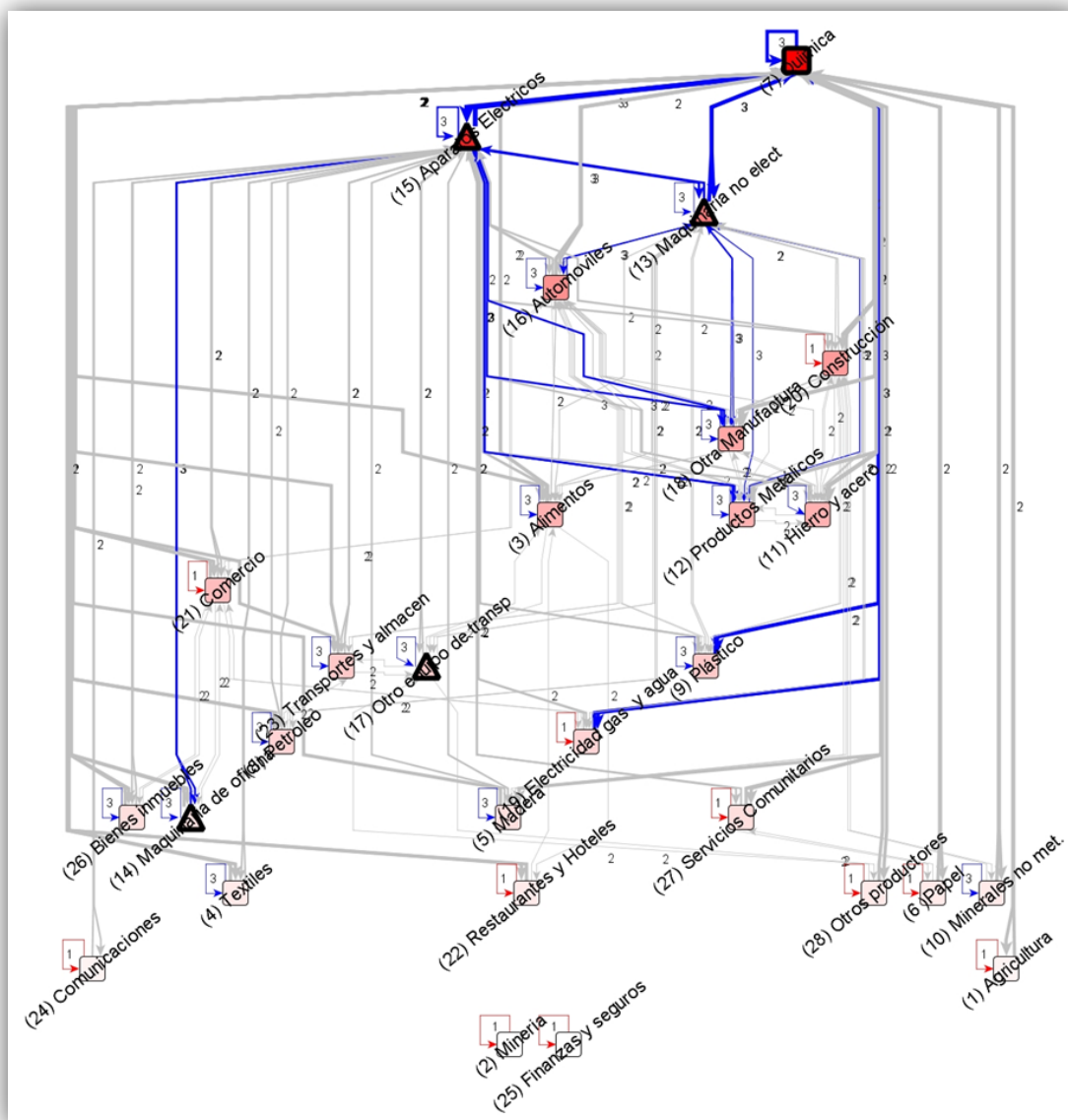
3. El tercer criterio se deriva de la misma metodología de cálculo empleada de Análisis de Flujo Mínimo, es decir, la matriz que se obtiene proporciona información referente a la intensidad de los vínculos; de tal forma que si el flujo de información es una relación débil, la línea del vértice estará marcada con el número <1> y el color rojo; si el vínculo es unidireccional el número es <2> y tendrá el color gris; y por último, si se trata de una relación bilateral el número es <3> y el color azul.

Con respecto al primer criterio, en la gráfica 16, se puede identificar el nivel de importancia de cada sector de acuerdo a si se ubica en la posición más alta o más baja

³ **Visone** (visual social networks) es un software para la creación, transformación, exploración, análisis, y representación visual de redes de datos, desarrollado desde 2001, conjuntamente por la University of Konstanz y the Karlsruhe Institute of Technology.

de la gráfica de acuerdo al índice de centralidad “hacia afuera” (Out-degree), esto es, la cantidad de vínculos que emite cada sector, o su posición en la red como oferente. En el caso de Alemania, (7) Química es la industria con mayor importancia como difusor de los flujos de conocimiento.

GRÁFICA 16
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE ALEMANIA
1985



Fuente: Elaboración propia con el programa Visone, y con datos de la OCDE-STAN

Resulta innegable la importancia de las actividades productoras de bienes de capital como propagadoras de conocimiento. Se comprueba que, durante el primer año, son los sectores de mayor importancia económica y con mayor articulación, destacando

como difusores de innovación y cambio tecnológico (15) Aparatos Eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica, los cuales ocupan la segunda y tercera posición, respectivamente. En tanto (17) Otro equipo de transporte y (14) Maquinaria de oficina, pese a que se ubican en posiciones inferiores, no se encuentran en los últimos lugares.

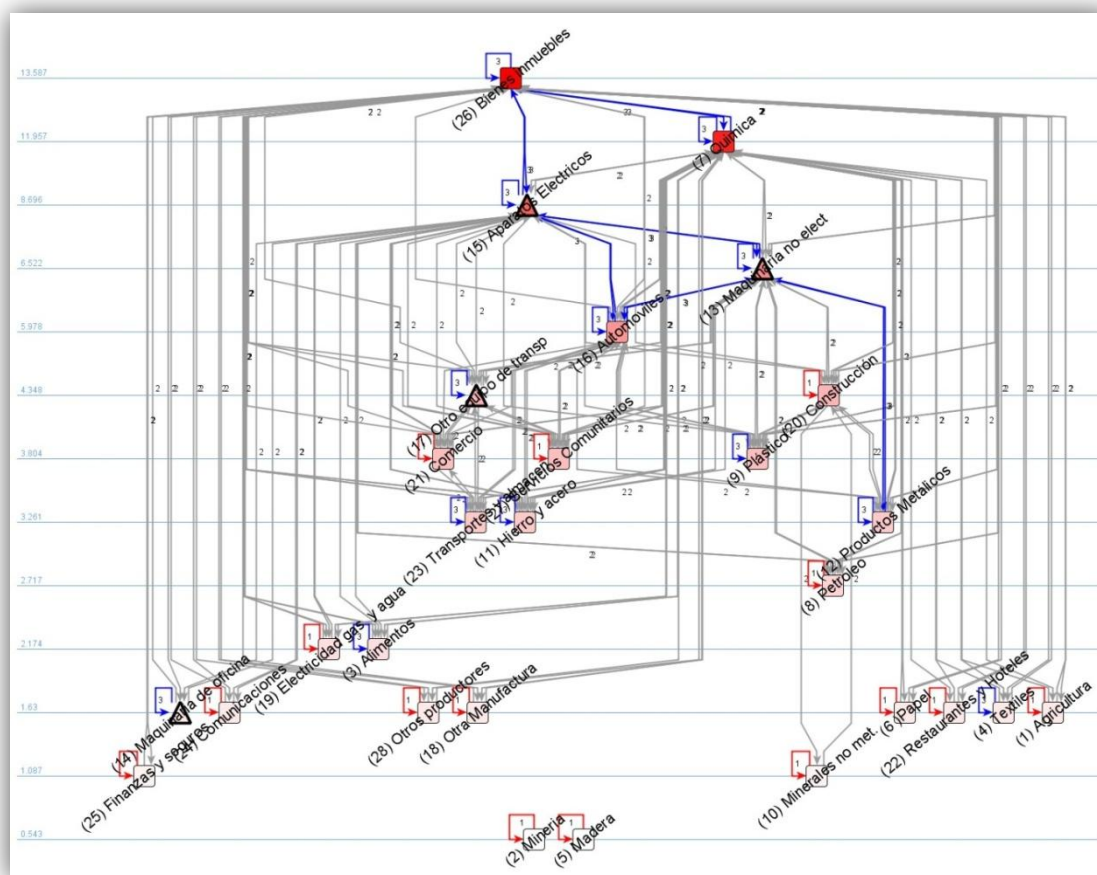
Con relación al indicador de centralidad hacia adentro, (15) Aparatos Eléctricos y, en menor medida, (13) Maquinaria no eléctrica, se identifican como fuertes receptores de enlaces provenientes de otras actividades económicas.

Finalmente, respecto a la intensidad de las relaciones de intercambio de conocimiento e innovaciones, en la gráfica 16 se observa que los cuatro subsectores de bienes de capital, establecen vínculos bilaterales entre ellos, así como altos enlaces con sectores ubicados en las posiciones de mayor jerarquía, resaltando su relación con las industrias (7) Química y (16) Automotriz. Esto implica que, en 1985, las cuatro ramas de bienes de capital de la economía alemana eran fundamentales para la red de los flujos de conocimiento, por estar ubicados en una posición de continua difusión y recepción del esfuerzo innovador por la vía de los intercambios de insumos con alto contenido de gasto en I+D.

Para el año 2005, la transformación estructural de la economía alemana también se observa en los flujos de información tecnológica (gráfica 17), de tal manera que en este año la rama con mayores vínculos tecnológicos ya no es una actividad manufacturera sino de servicios, (26) Bienes inmuebles; sin embargo, aquellas ramas en las que Alemania se especializaba continúan en posiciones altas, como (7) Química en el segundo lugar, seguido de (15) Aparatos Eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica. Por su parte, (17) Otro equipo de transporte, escala algunas posiciones al colocarse en el nivel medio de la gráfica, mientras que el sector (14) Maquinaria de oficina continúa siendo poco relevante en los flujos de conocimiento.

En términos de la evolución de la producción de bienes de capital destaca, por un lado, la consolidación de las distintas ramas en posiciones de alta y media jerarquía, lo que significa que el sector de bienes de capital es un núcleo articulador de la actividad innovadora, con el potencial de asimilar y difundir el esfuerzo innovador de la economía alemana. Por otro lado, los dos sectores que generan mayor impacto por su esfuerzo y capacidad de difusión de la innovación generada en todo el aparato productivo, (15) Aparatos eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica, sobresalen por su alta articulación con el conjunto de la economía y con los sectores más dinámicos.

GRÁFICA 17
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE
ALEMANIA
2005



Fuente: Elaboración propia con el programa Visone, y con datos de la OCDE-STAN

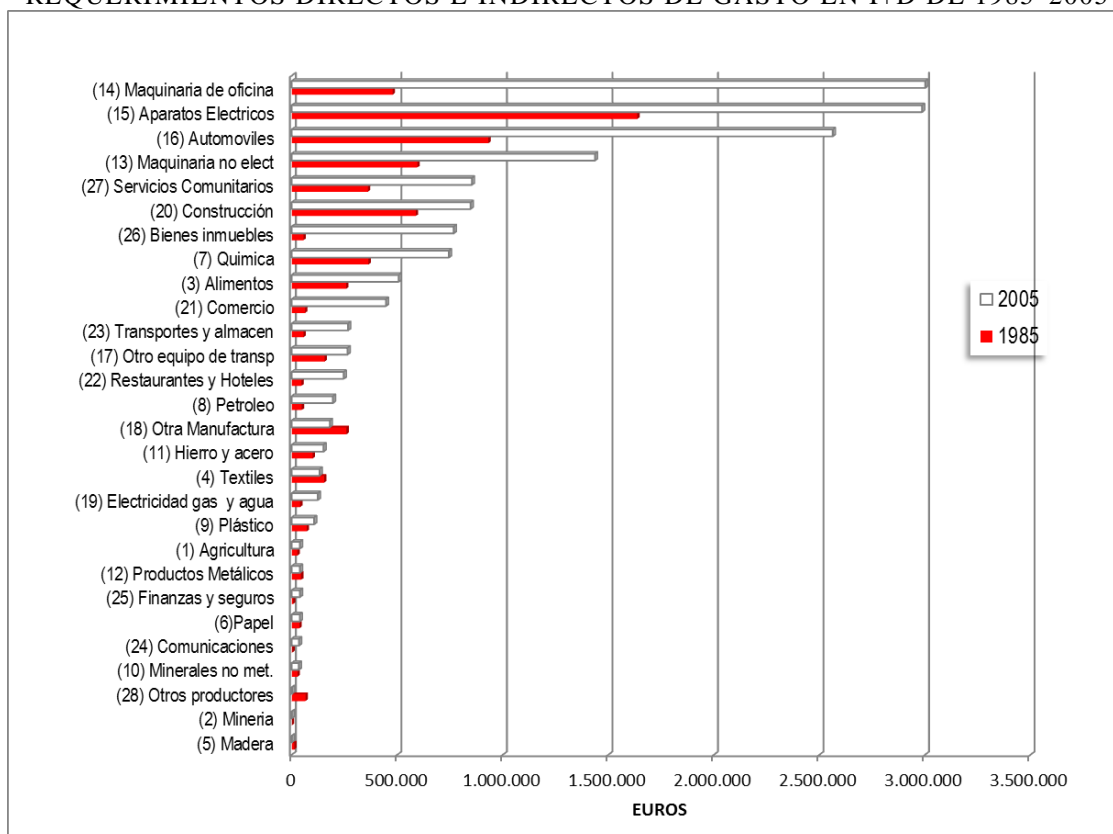
En síntesis, con estos datos, se demuestra que ya sea a través del conocimiento codificado plasmado en las patentes o con el flujo del esfuerzo innovador proveniente del gasto en I+D, el sector de bienes de capital es un núcleo capaz de articular la capacidad de difusión del comportamiento innovador del sistema productivo de Alemania. Particularmente, no debe descartarse el estudio del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo, sin olvidar la necesidad de estudiar de manera conjunta el cambio tecnológico y la estructura productiva.

3.2.2. Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Japón

La capacidad de difusión del esfuerzo innovador de la producción de bienes de capital en la economía japonesa es indudable. Al menos, tres de las cuatro ramas se caracterizan por su liderazgo en la propagación del cambio tecnológico (ver gráfica 18).

No solo (14) Maquinaria de oficina, pasó del quinto lugar en 1985 al primero en 2005, desplazando a la segunda posición a la fabricación de (15) Aparatos Eléctricos, sino que (13) Maquinaria no eléctrica, también queda ubicada en cuarta posición.

GRÁFICA 18
JAPÓN
REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE-STAN

Como ya mencionamos, los efectos de propagación del esfuerzo innovador dependen en gran medida de su potencial articulador, dado por el nivel de interrelaciones que establece cada sector con el resto de las actividades económicas. Por ello, como se puede observar en el cuadro 8, pese a que (7) Química es una de las actividades que más gasto en I+D ejerce en ambos años, en términos de su capacidad de difusión directa e indirecta ocupa la sexta y octava posición en cada año. Mientras que la elevada articulación de (14) Maquinaria de oficina con la estructura productiva, permite potencializar los efectos de propagación tecnológica, ya que ocupa la máxima jerarquía en cuanto a la difusión directa e indirecta, a pesar de ser el cuarto inversor en I+D en el año 2005.

CUADRO 8
JAPÓN
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	1985						2005					
	REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS		
	GASTO	JERARQUIA	PORCENTAJE	DIRECTOS E	JERARQUIA	PORCENTAJE	GASTO	JERARQUIA	PORCENTAJE	DIRECTOS E	JERARQUIA	PORCENTAJE
	TOTAL			INDIRECTOS			TOTAL			INDIRECTOS		
(1) Agricultura	0	20	0,00	26.862	24	0,41	0	23	0,00	39.260	20	0,24
(2) Minería	0	20	0,00	396	28	0,01	0	23	0,00	686	27	0,00
(3) Alimentos	145.796	9	2,46	257.649	9	3,98	303.577	7	2,48	506.385	9	3,16
(4) Textiles	62.588	16	1,06	153.142	11	2,36	42.654	18	0,35	131.921	17	0,82
(5) Madera	12.210	19	0,21	12.375	25	0,19	6.697	21	0,05	629	28	0,00
(6) Papel	50.829	17	0,86	36.496	22	0,56	89.977	15	0,74	38.337	23	0,24
(7) Química	936.360	2	15,83	363.511	6	5,61	1.922.130	3	15,73	744.620	8	4,64
(8) Petróleo	68.253	14	1,15	47.628	18	0,73	51.174	17	0,42	195.162	14	1,22
(9) Plástico	145.382	10	2,46	71.184	13	1,10	293.932	8	2,40	105.831	19	0,66
(10) Minerales no met.	174.224	8	2,95	27.373	23	0,42	134.432	12	1,10	33.717	25	0,21
(11) Hierro y acero	340.945	6	5,76	99.015	12	1,53	278.406	9	2,28	150.353	16	0,94
(12) Productos Metálicos	102.700	12	1,74	44.315	20	0,68	108.141	14	0,88	39.255	21	0,24
(13) Maquinaria no elect	500.661	4	8,46	595.234	3	9,18	1.063.614	5	8,70	1.436.829	4	8,95
(14) Maquinaria de oficina	346.112	5	5,85	478.042	5	7,38	1.707.955	4	13,97	3.002.108	1	18,71
(15) Aparatos Eléctricos	1.742.407	1	29,46	1.637.051	1	25,26	2.607.943	1	21,34	2.986.318	2	18,61
(16) Automóviles	760.799	3	12,86	931.435	2	14,37	2.106.265	2	17,23	2.563.539	3	15,97
(17) Otro equipo de transp	85.143	13	1,44	155.900	10	2,41	183.185	10	1,50	264.459	12	1,65
(18) Otra Manufactura	247.788	7	4,19	258.191	8	4,00	138.020	11	1,13	180.649	15	1,13
(19) Electricidad gas y agua	63.353	15	1,07	40.161	21	0,62	66.620	16	0,55	123.545	18	0,77
(20) Construcción	110.794	11	1,87	587.832	4	9,07	128.543	13	1,05	847.423	6	5,28
(21) Comercio	0	20	0,00	63.111	15	0,97	42.255	19	0,35	446.568	10	2,78
(22) Restaurantes y Hoteles	0	20	0,00	45.837	19	0,71	0	23	0,00	246.690	13	1,54
(23) Transportes y almacen	18.755	18	0,32	55.912	16	0,86	23.169	20	0,19	267.120	11	1,66
(24) Comunicaciones	0	20	0,00	3.117	27	0,05	0	23	0,00	34.671	24	0,22
(25) Finanzas y seguros	0	20	0,00	6.753	26	0,10	1.332	22	0,01	38.910	22	0,24
(26) Bienes inmuebles	0	20	0,00	55.452	17	0,86	922.180	6	7,55	767.718	7	4,78
(27) Servicios Comunitarios	0	20	0,00	360.778	7	5,57	0	23	0,00	853.761	5	5,32
(28) Otros productores	0	20	0,00	65.389	14	1,01	0	23	0,00	1.335	26	0,01
TOTAL	5.915.099			6.481.141			12.222.202			16.047.799		
(%) EFECTO MULTIPLICADOR (Requerimientos / Gasto Total)				9,57						31,30		

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE-STAN

En general, las cuatro actividades del sector de bienes de capital se distinguen por poseer altos enlaces, es decir, estar muy articuladas, lo que provoca que en su mayoría posean una elevada capacidad de multiplicar el efecto difusor del esfuerzo innovador. A excepción de (17) Otro equipo de transporte, que se caracteriza por tener altos eslabonamientos hacia atrás, es decir, es una rama impulsora, ocupa una posición media en la difusión directa e indirecta, lo que se explica por el relativamente bajo gasto en I+D.

Finalmente, el potencial innovador de la economía japonesa, al contrario de la alemana, tiende a aumentar, de significar el 9,5 por ciento en 1985, para 2005 el efecto multiplicador del gasto en I+D se incrementa hasta alcanzar el 31 por ciento. Esto es, la ganancia de articulación de la economía japonesa potencializa los efectos de difusión de la actividad innovadora. Si a esta característica le añadimos la evolución del sector de bienes de capital en el nivel de patentamiento, encontramos que de 1980 a 2005, se presenta un incremento del 49 al 51 por ciento en las patentes generadas dentro del sistema japonés. De esta manera, es posible establecer que independientemente del tipo de flujo tecnológico abordado – patentes o I+D – la producción de bienes de capital es

un importante partícipe como creador y difusor de cambio tecnológico, fenómeno que se refuerza con su elevada capacidad de articulación dentro de la estructura productiva de Japón.

Análisis gráfico de la red de flujos de innovación en Japón

Una de las ventajas de la taxonomía de Pavitt es la identificación de las distintas actividades de acuerdo a su capacidad de generar innovaciones o por la necesidad de consumir tecnología producida de manera externa a la industria. Entre los sectores generadores de tecnología distingue a dos, por un lado, los *Proveedores Especializados* – donde está agrupada la producción de maquinaria y equipo – y, por otro lado, los *Basados en Ciencia* – siendo la industria química una de las más emblemáticas de esta categoría.

En este sentido, la pertinencia de dicha clasificación para entender cómo se propagan los flujos de conocimiento e innovaciones a través de los distintos sectores, podría confirmarse en esta investigación con el caso de Japón – y de Alemania. Como podemos observar, los resultados del análisis gráfico de la red de interrelaciones de Japón ubican, en el primer año, al sector (7) Química como el principal emisor y receptor de vínculos con el conjunto del sistema económico, según la gráfica 19, esta rama tiene la jerarquía más alta y el color del nodo más oscuro, lo que significa que es el mayor oferente y demandante del esfuerzo innovador, respectivamente. Así también, (15) Aparatos eléctricos que ocupa el segundo lugar en los mismos indicadores y (13) Maquinaria no eléctrica, en una sexta posición. Esto es, una rama basada en ciencia y dos proveedoras especializadas se constituyen como las principales creadoras y difusoras de innovaciones como lo sugiere la taxonomía de Pavitt.

Dejando de lado la Química, por no ser objeto de estudio en este trabajo, y centrándonos en la producción de maquinaria y equipo, tanto (15) Aparatos eléctricos como (13) Maquinaria no eléctrica, establecen ligazones de flujos de innovación bilaterales entre ellos, siendo, a la vez, importantes emisores de innovación y conocimiento hacia el resto del aparato productivo con relaciones del segundo orden, es decir, que ambos sectores ejercen un importante papel como difusores del esfuerzo innovador hacia el resto del sistema productivo de Japón.

Por su parte, los otros dos sectores de bienes de capital, aun cuando se ubican en posiciones más alejadas, mantienen una importante cantidad de vínculos con otras

GRÁFICA 19
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE
JAPÓN
1985



88

emisor y receptor de vínculos; (15) Aparatos eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica, presentan un ligero cambio de posiciones, al ocupar en el primer año el segundo y sexto sitio y para el 2005, la tercera y quinta posición, respectivamente (ver gráfica 20).

En tanto, (14) Maquinaria de oficina, principal impulsor de gasto en I+D por su efecto multiplicador, debido a su función como emisor y receptor de vínculos al interior de la red se ubica en la doceava posición, al mismo nivel que (17) Otro equipo de transporte. Lo anterior sugiere que más allá de la capacidad de propagación, debe considerarse no solo los vínculos, sino su intensidad para determinar su importancia como agentes difusores del cambio tecnológico al interior de un sistema productivo.

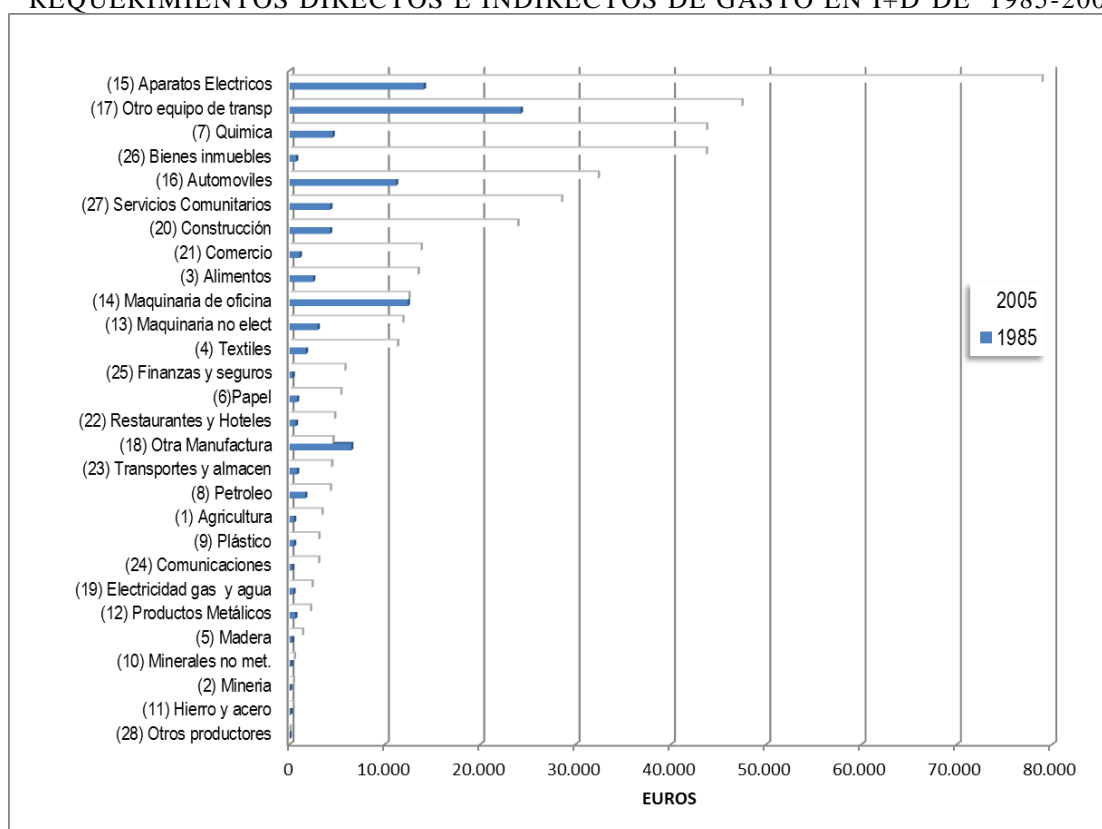
Con respecto al tipo de interrelaciones que caracteriza a los cuatro sectores de bienes de capital en Japón, se puede destacar que todos establecen fuertes vínculos, ya que presentan ligazones de tercer orden, es decir, mantienen relaciones bilaterales, muchas de las cuales son entre ellos mismos, de tal forma que el sector (13) Maquinaria no eléctrica, se ubica como el sector articulador de las conexiones que establece como emisor y receptor con los sectores (15) Aparatos eléctricos y (14) Maquinaria no eléctrica.

La importancia de la producción de bienes de capital o del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo en el análisis de la innovación y, sobre todo, en la relación con la estructura productiva resulta incuestionable, los cuatro subsectores que integran a la industria de bienes de capital en Japón, no solo consolidan su posición como importantes difusores y generadores del esfuerzo innovador de la economía sino que ambos se caracterizan por su elevada articulación con la estructura productiva. Esto es, las dos ramas con la posición de liderazgo en la difusión del esfuerzo innovador – (13) Maquinaria no eléctrica y (15) Aparatos eléctricos – son ramas altamente articuladas; mientras en la posición intermedia como emisores y receptores de vínculos, (14) Maquinaria de oficina y (17) Otro equipo de transporte, están muy articuladas como demandantes de los insumos provenientes de otras actividades.

3.2.3. Análisis de los requerimientos directos e indirectos del gasto en I + D y la red de interrelaciones de Estados Unidos

En Estados Unidos, la difusión y generación del esfuerzo innovador, según el indicador de integración vertical, descansa en tres ramas, las dos primeras pertenecientes a la fabricación de bienes de capital – (15) Aparatos eléctricos y (17) Otro equipo de transporte – y la tercera es la (7) Química (ver gráfica 21). En contraste, (13) Maquinaria no eléctrica y (14) Maquinaria de oficina, son el ejemplo de que la propagación del esfuerzo innovador no necesariamente corresponde a la cuantía del gasto, sino a la manera en que los distintas ramas se interrelacionan; es decir, pese a ubicarse en la sexta y séptima posición en el gasto destinado a I+D, ambas pierden lugares, ubicándose en los lugares once y diez.

GRÁFICA 21
ESTADOS UNIDOS
REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE GASTO EN I+D DE 1985-2005



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE-STAN

Los datos de los dos países analizados anteriormente, junto con los de la economía estadounidense, demuestran que la estructura económica es una pieza fundamental para entender la difusión del cambio tecnológico. De tal manera que la

pérdida o ganancia de articulación productiva – ya sea a nivel de ramas en particular o de la economía en general – afectan la propagación del cambio tecnológico.

El caso más notorio es el de (14) Maquinaria de oficina, que ante la pérdida de articulación disminuye el efecto multiplicador del también reducido gasto en I+D, de ocupar en 1985 el tercer lugar en ambos indicadores, para el segundo año disminuye el gasto, colocándolo en el séptimo lugar, con un efecto mayor sobre la propagación al ubicarse en el décimo sitio. De otro lado, (17) Otro equipo de transporte (cuadro 9), pese a la disminución relativa del gasto en I+D, la capacidad de articulación del sector permite mantener una segunda posición en la difusión de innovaciones.

CUADRO 9
ESTADOS UNIDOS
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	1985						2005					
	REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS			REQUERIMIENTOS		
	GASTO TOTAL	JERARQUIA	PORCENTAJE	RECTOS E INDIRECTOS	JERARQUIA	PORCENTAJE	GASTO TOTAL	JERARQUIA	PORCENTAJE	DIRECTOS E INDIRECTOS	JERARQUIA	PORCENTAJE
(1) Agricultura	0	17	0,00	468	19	0,48	0	24	0,00	3.356	19	0,83
(2) Minería	0	17	0,00	49	27	0,05	0	24	0,00	360	26	0,09
(3) Alimentos	1.136	9	1,47	2.471	10	2,54	3.255	10	0,96	13.440	9	3,31
(4) Textiles	218	15	0,28	1.711	11	1,76	816	20	0,24	11.280	12	2,78
(5) Madera	147	16	0,19	255	24	0,26	218	22	0,06	1.311	24	0,32
(6) Papel	576	14	0,74	793	14	0,82	3.282	9	0,97	5.328	14	1,31
(7) Química	8.541	4	11,02	4.516	6	4,64	85.990	1	25,34	43.700	3	10,75
(8) Petróleo	2.220	8	2,86	1.638	12	1,68	1.450	16	0,43	4.241	18	1,04
(9) Plástico	676	13	0,87	465	20	0,48	1.760	15	0,52	3.026	20	0,74
(10) Minerale no met.	835	10	1,08	170	25	0,17	894	19	0,26	462	25	0,11
(11) Hierro y acero	740	12	0,95	91	26	0,09	631	21	0,19	312	27	0,08
(12) Productos Metálicos	829	11	1,07	600	18	0,62	1.375	17	0,41	2.148	23	0,53
(13) Maquinaria no elect	2.394	7	3,09	2.953	9	3,03	8.531	6	2,51	11.832	11	2,91
(14) Maquinaria de oficina	9.822	3	12,67	12.411	3	12,76	4.955	7	1,46	12.476	10	3,07
(15) Aparatos Eléctricos	14.432	2	18,62	14.081	2	14,47	81.268	2	23,94	78.886	1	19,41
(16) Automóviles	6.984	5	9,01	11.166	4	11,48	16.094	5	4,74	32.335	5	7,96
(17) Otro equipo de transp	22.602	1	29,15	24.251	1	24,92	39.883	4	11,75	47.398	2	11,66
(18) Otra Manufactura	5.374	6	6,93	6.468	5	6,65	2.338	14	0,69	4.507	16	1,11
(19) Electricidad gas y agua	0	17	0,00	410	21	0,42	210	23	0,06	2.313	22	0,57
(20) Construcción	0	17	0,00	4.260	8	4,38	1.261	18	0,37	23.897	7	5,88
(21) Comercio	0	17	0,00	1.063	13	1,09	3.437	8	1,01	13.763	8	3,39
(22) Restaurantes y Hoteles	0	17	0,00	666	17	0,67	0	24	0,00	4.685	15	1,15
(23) Transportes y almacen	0	17	0,00	786	15	0,81	2.861	12	0,84	4.366	17	1,07
(24) Comunicaciones	0	17	0,00	276	23	0,28	2.539	13	0,75	3.006	21	0,74
(25) Finanzas y seguros	0	17	0,00	326	22	0,33	3.030	11	0,89	5.754	13	1,42
(26) Bienes inmuebles	0	17	0,00	696	16	0,72	73.335	3	21,61	43.674	4	10,75
(27) Servicios Comunitarios	0	17	0,00	4.274	7	4,39	0	24	0,00	28.494	6	7,01
(28) Otros productores	0	17	0,00	0	28	0,00	0	24	0,00	0	28	0,00
TOTAL	77.525			97.302			339.402			406.350		
(%) EFECTO MULTIPLICADOR (Requerimientos / Gasto Total)				25,51			19,73					

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE-STAN

La disminución en la articulación productiva de la economía estadounidense, al igual que el caso alemán, provoca la reducción del efecto multiplicador, el cual en 1985 alcanzaba el 25,5 por ciento y para el 2005 registra sólo 19,7 por ciento. En síntesis, la pérdida de articulación disminuye la capacidad de generar efectos de difusión tecnológica entre los distintos sectores de la economía. Un dato curioso es que en el caso estadounidense, la evolución de este efecto multiplicador y el porcentaje en el nivel de patentamiento es contrario. Así, mientras la participación en las patentes generadas

en la economía pasa de 56 por ciento en 1985 al 60 por ciento en el 2005, el efecto multiplicador se comporta de manera inversa. Ello, demuestra la importancia del conocimiento codificado en los flujos tecnológicos en una economía que presenta una alta desarticulación productiva.

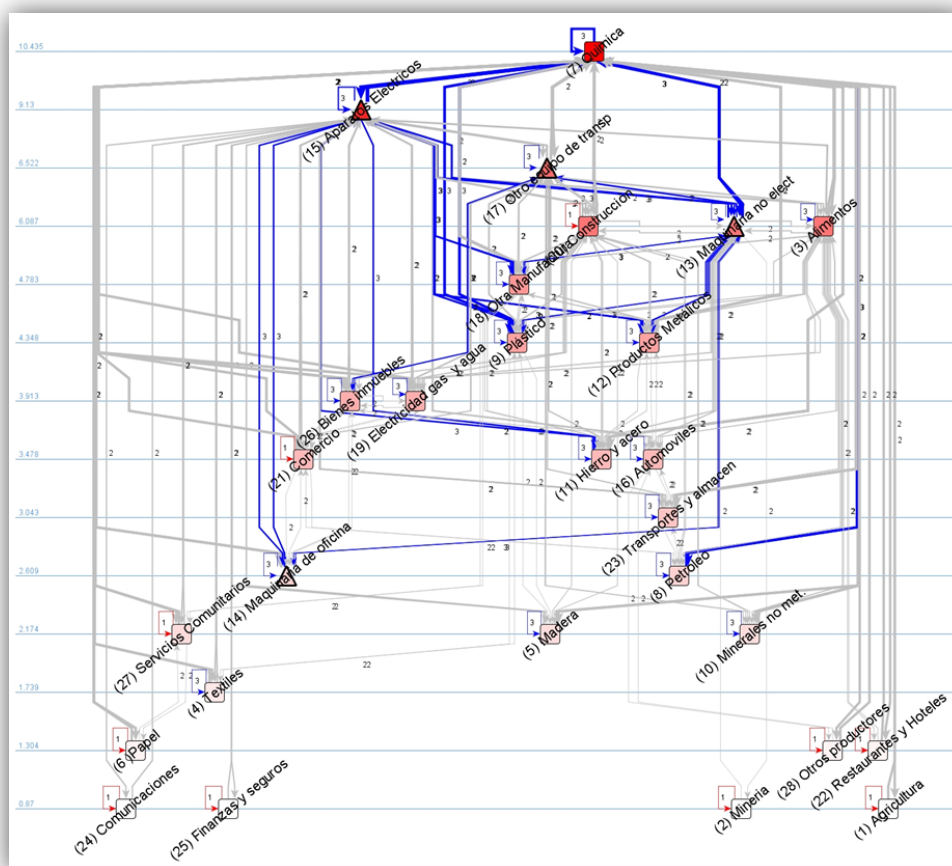
Análisis gráfico de los vínculos en la red de innovación de Estados Unidos

La forma en cómo se propaga la innovación tecnológica proveniente de los sectores de alta tecnología hacia los usuarios de la misma, como lo sugiere la taxonomía de Pavitt, resulta muy ilustrativa en el caso de los tres países objeto de investigación. En Estados Unidos, la principal generadora y difusora de tecnología en 1985 era (7) Química, perteneciente al sector Basados en Ciencia, industria que se localiza en la cima de la gráfica 22 por ser la mayor emisora y receptora de vínculos.

Le siguen en importancia tres sectores pertenecientes a la industria de bienes de capital, caracterizados como Proveedores especializados, (15) Aparatos eléctricos, (17) Otro equipo de transporte y (13) Maquinaria no eléctrica. Si agregamos que (14) Maquinaria de oficina, aun cuando no se encontraba en los más altos niveles de la jerarquía, si presentaba relaciones de color azul (aquellas que distinguen a las ligazones más sólidas de la economía), establecemos que el conjunto de la actividad innovadora era coordinada por el núcleo articulador que componía la industria de bienes de capital con sus cuatro sectores.

Al mismo tiempo, la industria manufacturera al concentrar la capacidad de asimilación y difusión tecnológica, presentaba un mayor potencial de retroalimentación entre creadores y usuarios del esfuerzo innovador, con relaciones muy sólidas entre ellos.

GRÁFICA 22
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE
ESTADOS UNIDOS
1985

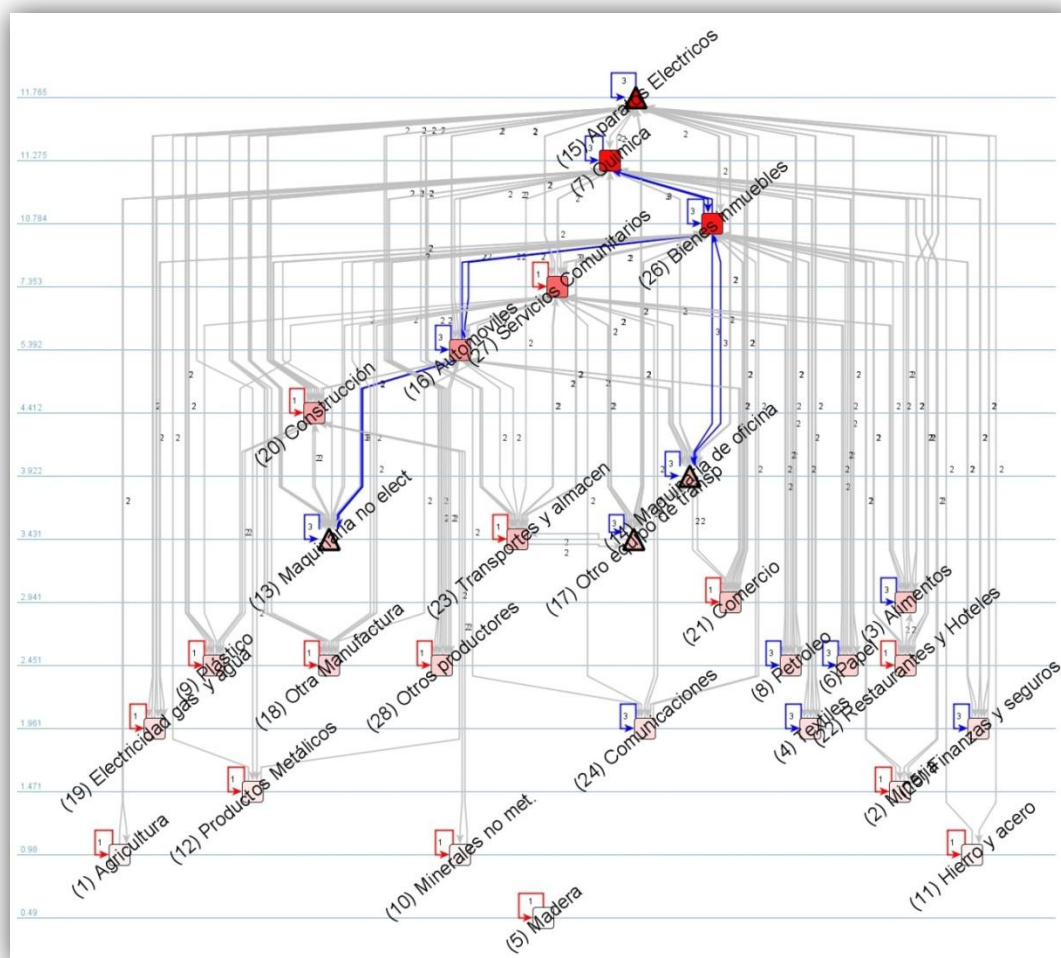


Fuente: Elaboración propia con el programa Visone, y con datos de la OCDE-STAN

Para el año 2005, se presentan cambios profundos en la economía estadounidense, afectando la capacidad de propagación del avance tecnológico, el cual se concentra en muy pocos sectores (gráfica 23).

En términos sectoriales, solo dos ramas manufactureras encabezan la emisión y recepción de flujos tecnológicos, la primera es (15) Aparatos eléctricos, seguida de (7) Química, posicionándose ambos como sectores que encabezan la propagación del esfuerzo innovador hacia el conjunto de la economía. En contraparte, los otros tres sectores pertenecientes a la industria de bienes de capital, pierden esa capacidad de vinculación al ubicarse en una posición intermedia dentro de la red, específicamente en el lugar séptimo se encuentra (14) Maquinaria de oficina, el octavo lo ocupa (13) Maquinaria no eléctrica y el décimo, (17) Otro equipo de transporte.

GRÁFICA 23
RED DE INTERRELACIONES DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE
ESTADOS UNIDOS
2005



Fuente: Elaboración propia con el programa Visone, y con datos de la OCDE-STAN

Finalmente, el cambio más dramático que observamos es que en el último año el efecto de retroalimentación tecnológica baja de intensidad, hacia relaciones más débiles y muchas de carácter unilateral, rompiendo así todo un ciclo de intercambio tecnológico. Lo que cuestiona en cierta medida la validez de la taxonomía de Pavitt y confirma la necesidad de no separar en el análisis la esfera estructural de la tecnológica.

CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha planteado que solo el estudio del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo, permite vincular la dinámica tecnológica con la estructura productiva, es decir, encontrar una relación clara entre el proceso de innovación y el desenvolvimiento económico. Para poder corroborar esta premisa, en este capítulo, se estudió la importancia que pudiera tener la industria de bienes de capital como generadora y difusora de cambio tecnológico incorporado. Este planteamiento se basa en uno de los principales postulados de Rosenberg y Mowery (1998), quienes establecen que una condición fundamental para el desarrollo económico es la habilidad de una economía de traducir las innovaciones en nuevos productos y procesos y, de esta forma, lograr la difusión oportuna y generalizada de las nuevas tecnologías; de ahí que una parte importante de la productividad y, con ello, de la competitividad de empresas y países depende no sólo de la creación sino también de la asimilación y adopción de ideas y productos desarrollados en otros lugares. Para ello la nueva tecnología necesita estar incorporada en los bienes de capital, que son los vehículos para su introducción, de tal forma que este sector desempeña un papel estratégico.

No obstante, aunque en este planteamiento teórico se encuentra una riqueza analítica muy importante, se carece de un acercamiento empírico que dé cuenta de la forma en que el sector productor de bienes de capital se interrelaciona con el conjunto de la actividad productiva y, en particular, de los procesos de creación y difusión de la innovación tecnológica en el que participa este sector. Por tal motivo, se realizó una búsqueda de la metodología que pudiera ser la más adecuada, no sólo para identificar la capacidad de propagación o transmisión sino, además, para evaluar el potencial de absorción a través de la economía e identificar sus vínculos principales y la función que desempeñan dentro del conjunto de interrelaciones.

En tales términos, se identificó que el Análisis de Flujo Mínimo propuesto por Schnabal, resultaba el más apropiado ya que con la utilización del análisis de grafos fue posible determinar los flujos y la importancia de cada sector de acuerdo a la posición que ocupan en la red de interrelaciones, permitiendo además identificar la intensidad y dirección de los vínculos.

De los resultados que obtuvimos, es posible establecer tres conclusiones generales: la primera de ellas, se refiere a la metodología de análisis; la segunda es con

relación a los resultados específicos por cada país y su evolución; y, finalmente, una conclusión respecto al papel que desempeña la industria de bienes de capital en los procesos de difusión de la innovación.

De tal forma que, primero, es posible afirmar que la metodología seleccionada cumplió con las expectativas de análisis, al comprobarse su utilidad como una herramienta que permite la comparación entre países y la identificación de las características distintivas de cada sector económico, relacionadas con su función de articulación y los efectos de propagación derivada de su vinculación con el conjunto del sistema productivo.

No obstante, cuando se aplicó la inversa de Leontief – de la cual se obtuvieron las gráficas de barras y los cuadros – se apreciaron diferencias importantes en comparación a cuando se aplicó la serie de potencias, las cuales se representaron con las gráficas de redes. En particular se pueden señalar, por un lado, que el monto de gasto de I+D que ejerce cada sector económico, no determina su influencia hacia el resto de sectores de la economía, sino que depende de su capacidad de articulación con el conjunto del sistema económico. Esto se pudo constatar con varios casos en los que siendo sectores que invertían de manera importante en gasto en I+D, su posición como difusores de esfuerzo innovador era inferior a la de algunos sectores que eran capaces de tener un mayor efecto de propagación de dicho esfuerzo innovador, debido a su capacidad de articulación dentro del sistema productivo. Por otro lado, con la representación gráfica de la red, se pudo apreciar que en el mapa de las relaciones e interrelaciones de cada sector, además de su capacidad de articulación, es importante la forma en cómo se relaciona con otros sectores, así como definir el tipo de sectores con los que se vincula cada uno de ellos y, de esto depende, el potencial de difusión del esfuerzo innovador de cada sector de acuerdo a su posición en la red de vínculos e intercambios económicos.

La segunda conclusión general se refiere a los resultados que se obtuvieron por país, en este sentido, para Alemania se identificaron dos sectores pertenecientes a la industria de bienes de capital, que han sido y se mantienen en una posición de liderazgo dentro de la red de interrelaciones, se trata de los sectores (15) Aparatos eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica. Asimismo, fue posible constatar las diferencias con las dos técnicas empleadas; mientras al utilizar la medición de los efectos directos e indirectos de manera conjunta, se corrobora que los cuatro sectores adquieren un peso importante en términos de los efectos multiplicadores del esfuerzo innovador, al trabajar con la red de interrelaciones, sólo los sectores (15) y (13) tienen considerables efectos

de difusión del esfuerzo innovador al estar fuertemente interrelacionados con un amplio número de sectores y, particularmente, con aquellos que tienen la mayor capacidad de articulación.

Por su parte, al analizar el caso de Japón y su evolución entre 1985 y el 2005, también se identificaron a (15) Aparatos eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica, como los de mayor relevancia por su efecto multiplicador del esfuerzo innovador, incluyendo además al sector (14) Maquinaria de oficina; sin embargo, al observar las gráficas de redes, se encuentran dos resultados interesantes. Primero, pese a que el sector (14) es el que tiene los más altos efectos multiplicadores, al observar su ubicación y la red de vinculaciones que establece con el sistema productivo, se aprecia una pérdida de relevancia, lo cual confirma que aun cuando el efecto multiplicador es importante, también es relevante la forma de vinculación, esto es, la capacidad de los sectores con los cuales se vincula de ejercer importantes efectos de propagación dentro del sistema económico. Segundo, por su evolución, el conjunto de sectores pertenecientes a la industria de bienes de capital adquieren una mayor relevancia dentro de la red de vínculos e intercambios económicos y si bien sobresalen (15) y (13), se puede afirmar que en conjunto, los cuatro subsectores se han consolidado como un núcleo articulador de las interrelaciones más importantes en el sistema productivo de Japón, traducándose en una mayor capacidad de difusión del esfuerzo innovador.

Con relación a la economía de Estados Unidos, su comportamiento es inverso al de Japón, al darse una pérdida en la relevancia que habían alcanzado los cuatro sectores productores de bienes de capital dentro de la red de interrelaciones, sólo uno de ellos – (15) Aparatos eléctricos – no sólo conserva su importancia, sino que se posiciona como el de mayor jerarquía en todo el sistema, lo cual implica un proceso de especialización de la economía Estadounidense en términos de la generación de innovaciones provenientes de los bienes de capital, centrándose en el esfuerzo proveniente del sector (15). Otro resultado es que el sector que ejerce los mayores efectos multiplicadores coincide con la representación gráfica que muestra la posición de jerarquía dentro de la red de vínculos e intercambios económicos.

En síntesis, se puede afirmar que de acuerdo con la capacidad de difusión del esfuerzo innovador que ejercen los sectores que integran a la industria de bienes de capital de cada país, se ha presentado un proceso de especialización para los tres países en el sector (15) Aparatos eléctricos, en el cual se localiza la actividad que tecnológicamente ha venido revolucionando al sistema económico en su conjunto, nos

referimos al equipo electrónico y de telecomunicaciones. De ahí que, resulta lógico que los tres países más avanzados consoliden e impulsen su trayectoria de esfuerzo innovador hacia esta rama, y que sea ésta la que ejerce la mayor influencia por sus efectos de asimilación y difusión de cambio tecnológico incorporado en los insumos que intercambia con el resto del sistema económico. No obstante, tanto en Alemania como en Japón, continúa predominando (13) Maquinaria no eléctrica, lo que implica que este sector no sólo es un destacado abastecedor de gran parte de la maquinaria y el equipo que requiere la economía, sino que también es un importante generador y difusor del cambio tecnológico incorporado en los insumos que se intercambian en estos dos países.

La tercera conclusión se refiere a la función que desempeña la industria de bienes de capital como agente generador y difusor de cambio tecnológico incorporado. De manera específica, la fabricación de bienes de capital en las tres economías ha jugado un papel esencial en el desarrollo tecnológico, debido a su capacidad de articulación, lo que le permite desempeñarse como sectores que generan efectos de propagación del esfuerzo innovador de la economía. Siendo ellos mismos generadores de innovaciones, su inversión en I+D se traduce en una alta habilidad para impactar a los sectores con quienes establece sus mayores conexiones. Si a lo anterior le añadimos que algunos de estas actividades tienen una posición de liderazgo dentro de la red económica, resalta su función como sectores que inducen al sistema a tener una actividad proactiva para la innovación.

Al comparar el análisis de este capítulo con el anterior, podemos concluir que en las tres economías, las industrias pertenecientes a la producción de bienes de capital, son importantes partícipes en los flujos tecnológicos al interior de cada economía. Así, resulta incuestionable la importancia del sector en dichos derrames, ya sean incorporados o desincorporados. Particularmente, el esfuerzo innovador plasmado en el gasto en I+D corrobora la relevancia del sector en términos de los flujos desincorporados reflejados en las patentes.

En este sentido, afirmamos que se comprueba la hipótesis que guó este capítulo, con relación a que la industria de bienes de capital demuestra ser un sector clave para el desempeño productivo y tecnológico, al impulsar la innovación al interior del sistema económico, por lo tanto, es un sector capaz de proveer de la capacidad de innovación que requiere cualquier economía para enfrentar las transformaciones que ha experimentado la economía mundial.

Tomando en consideración los anteriores argumentos, afirmamos que el sector de bienes de capital es un importante generador y difusor de nueva tecnología y, al mismo tiempo, resulta ser un componente esencial para vincular el comportamiento innovador con el desempeño económico sectorial a través de su relación con la estructura productiva.

De ahí que la capacidad de generación tecnológica del sector de bienes de capital resulta indudable, pero determinar el potencial de difusión del avance tecnológico requiere de un instrumento metodológico capaz de identificar las interrelaciones sectoriales y su vinculación con el esfuerzo innovador. Aspectos que serán abordados en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV

LA ARTICULACIÓN DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL CON LOS SECTORES DINÁMICOS Y CON EL CONJUNTO DE LA ECONOMÍA.

INTRODUCCIÓN

Una de las funciones fundamentales de la industria de bienes de capital es la referente al papel que cumple como articuladora y dinamizadora de la estructura productiva. Precisamente, en este capítulo, se pretende corroborar que, en los tres países estudiados, el sector productor de bienes de capital además de tener la capacidad de generar, asimilar y difundir el cambio tecnológico, también tiene un importante potencial de articulación con los sectores de mayor dinamismo, así como con el conjunto del sistema económico.

La base de esta argumentación la encontramos en Nathan Rosenberg, quien justifica – teórica y empíricamente – su pertinencia, al demostrar que efectivamente el sector en cuestión es clave para el desenvolvimiento de cualquier sistema económico, por ser portador y difusor de cambio tecnológico incorporado y poseer la capacidad de generar encadenamientos entre las industrias nuevas y las establecidas.

No obstante a las valiosas aportaciones de Rosenberg, precisamos de un cambio en el enfoque. Anteriormente, el desarrollo capitalista se concebía como una sucesión de fases, en cada una de las cuales aumentaban el número de sectores y, por lo tanto, se requería del abastecimiento de maquinaria y equipo para una economía cada vez más compleja en su estructura productiva. Esta visión derivó en políticas industriales que impulsaban el desarrollo y consolidación del mayor número de ramas pertenecientes a la industria de bienes de capital, para lograr el abastecimiento interno.

La nueva visión que se plantea en este trabajo proviene del reconocimiento de que el contexto económico mundial ha cambiado. Actualmente, se vive un proceso de internacionalización – que implica la mayor vinculación de la estructura productiva de cada país con el mercado internacional, a través del intercambio comercial, la relocalización parcial o total de empresas y la inversión extranjera directa – que se combina con la emergencia de nuevas tecnologías, propiciando la fragmentación de los procesos de producción, lo que genera, a su vez, procesos de especialización productiva y comercial y, en algunos casos, desarticulación de las estructuras económicas.

Estos cambios no son ajenos al desenvolvimiento de la producción de bienes de capital. De ahí que, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿será posible que un reducido número de actividades de esta industria puedan seguir teniendo influencia sobre la estructura productiva de los países estudiados? Al respecto, en el presente capítulo, queremos ir más allá, no solo determinar si son actividades que se articulan o no con la economía, la idea es corroborar si la adecuación de la producción de bienes de capital a la dinámica internacional, ha llevado a procesos de especialización, donde su importancia se define también por su capacidad de vincularse con los sectores que marcan la dinámica de crecimiento, con alto potencial tecnológico y comercial, o es parte ella misma de este grupo de sectores dinámicos. En otras palabras, su relevancia la evaluamos desde dos ángulos, por una parte, definir si los sectores de la industria de bienes de capital en los que se especializa cada país, se consolidan ellos mismos como los de mayor influencia, es decir, pueden ser considerados motores de crecimiento; o bien, si las actividades de elevado desarrollo dentro de esta industria, tienen la capacidad de vincularse con los sectores que ejercen los mayores impulsos para el crecimiento por su potencial tecnológico y/o comercial.

En este sentido, el objetivo de este capítulo es analizar los cambios ocurridos en la forma de vinculación de la industria de bienes de capital, centrándonos en su articulación con los sectores más dinámicos de cada economía y los cambios estructurales ocurridos en el sector en cada economía objeto de investigación.

Para ello, se requiere de una metodología que defina la importancia de un sector por su capacidad de generar mayores efectos directos e indirectos sobre un considerable número de sectores. Esto es, una de las principales preocupaciones de los estudios sobre la estructura económica y sus interrelaciones, ha sido la búsqueda de un indicador que permita distinguir el nivel de importancia de los sectores a partir del mayor número de vínculos, para identificar lo que se ha denominado “la estructura económica fundamental”, la cual se define como un conjunto de actividades económicas registradas en una tabla input-output, consideradas como significativamente críticas, en la medida en que se trata de sectores que tiene la máxima conectividad con el resto del sistema y que, por lo mismo, tienen el máximo potencial para generar cambios en el mismo (Jensen, West y Hewings, 1988).

Desde la perspectiva del análisis que nos interesa abordar, la identificación de los sectores importantes desde este enfoque no solo nos posibilita el estudio de las transformaciones ocurridas en la estructura productiva de cada país mediante el número de

celdas importantes esparcidas a través de la red de relaciones intersectoriales, también podremos reconocer el grado de interrelaciones de los sectores que componen a la industria de bienes de capital con el conjunto de la actividad económica y la función que desempeñan, si es que se identifican como sectores importantes, esto es, sectores que tienen las mayores conexiones dentro del sistema.

El análisis propuesto en el presente capítulo está organizado en cuatro apartados más las conclusiones del capítulo. En el primero, se hace una breve presentación de la metodología de los “Coeficientes Importantes” (CI). Posteriormente, se exponen los resultados de cada país para evaluar la vinculación de los sectores que integran a la industria de bienes de capital con el conjunto de la actividad productiva. En una tercera parte, se trata el grado de asociación de dichas actividades con los sectores más dinámicos dentro de cada economía. Finalmente, se presenta un apartado que describe las características de los respectivos sistemas de innovación, enfatizando la importancia de ciertas actividades dentro de cada economía, especialmente, las referentes a la producción de bienes de capital.

4.1 Aspectos Teóricos – metodológicos sobre Coeficientes Importantes

Dentro del análisis de la estructura económica denominado clásico, se encuentran la metodología de eslabonamientos productivos, en el que se cuantifican los efectos que se producen en la economía al cambiar en una unidad la demanda final de una rama o del conjunto de ellas. Sobre la base de una cierta estructura tecnológica, el indicador que se obtiene refleja la forma como un cambio de una variable exógena al sistema, en este caso la demanda, afecta al sistema productivo.

En contraparte, una serie de técnicas que se engloban dentro del análisis conocido como sensibilidad estructural, pretenden medir la relevancia de un sector en términos de su capacidad de influir al sistema al producirse un cambio en la tecnología. De las técnicas más reconocidas en este tipo de enfoque se encuentran los Coeficientes Importantes (CI), que considera la relevancia, en términos relativos, de los distintos intercambios productivos entre los sectores que conforman una tabla input-output, manteniendo constante la variable de demanda final y aplicando un cambio en la matriz de coeficientes técnicos, así se evalúan los efectos que se producen en la inversa de Leontief y en el vector de producción. De tal manera que las variaciones que se produzcan dependerán de la propia estructura del sistema productivo y, por tanto, cuanto mayor sea la complejidad del

mismo, más elevados serán los efectos del cambio en la matriz de coeficientes técnicos y, por esta vía, en la producción.

La base metodológica que respalda la identificación de los coeficientes importantes reside en el algoritmo desarrollado por Sherman y Morrison (1950), que en principio planteó el problema de cambiar un elemento en la matriz original y de calcular el cambio resultante en los elementos de la nueva inversa directamente desde los elementos de la inversa inicial. Con el empleo de este algoritmo, fue posible observar que las perturbaciones aplicadas a un coeficiente resultaban en cambios de diferente magnitud en la nueva inversa, lo que dio como resultado toda una línea de trabajos de investigación avocados al estudio de los efectos de transmisión y/o propagación que tenían alteraciones de una proporción dada, aplicados en uno o más elementos de la matriz de coeficientes técnicos, sobre la matriz inversa de Leontief. Estos trabajos aparecen bajo una variedad de títulos como input-output "probabilísticos" o "estocásticos", análisis de "error", de "sensibilidad" y "límites tolerables" entre otros (Miller y Blair, 2009).

Acorde con los propósitos de este trabajo, se retoma el método de límites tolerables, el cual parte de la idea de identificar coeficientes cuyas variaciones relativas provoquen un error o desviación máximo, en términos de la producción total de las ramas de actividad, dicha metodología fue introducida por Jilek (1971) y desarrollada por Skolka, J. (1982), Schintke y Stäglin (1988) y Aroche (1996, 2002), entre otros.

Siguiendo a Aroche (1996) la fórmula para identificar los límites tolerables (r_{ij}) de cambios en cada coeficiente técnico a_{ij} , es:

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij} [\alpha_{ji} + (\alpha_{ii}/\tau_i)\tau_i]} \quad (4.1)$$

Donde α_{ji} es la entrada correspondiente en la matriz inversa de Leontief; τ_i y τ_j , representan los valores del producto bruto sectorial. Este método determina la tasa máxima de cambio del coeficiente técnico a_{ij} siempre que el producto en cualquier sector relacionado no cambie en más de 1 por ciento, manteniendo fija la demanda final.

Con esta técnica mide el efecto que provoca sobre cierto número de sectores, un cambio en un coeficiente a_{ij} y, en el límite, en cada industria de la economía, debido a las conexiones directas e indirectas que tiene cada sector con el resto.

En la literatura sobre este tema, diferentes autores han clasificado los CI de acuerdo a su "grado de importancia", estableciendo así diferentes grupos, entre los cuales resaltan,

por ejemplo, aquellos con los más pequeños rij (menos del 20 por ciento), debido a que el sistema es más sensible ante cambios en esta celda.

La razón por la que consideramos que este es el indicador que mejor se adecua a los propósitos de nuestra investigación, es debido a que la relación entre aij y aji está determinada por el número de secuencias y sus longitudes que conectan a los sectores. Es decir, cada aji depende del correspondiente aij así como también del conjunto de elementos de la matriz A que directamente conecta a los sectores i y j ; esto define secuencias de coeficientes técnicos ($aik, ak1, \dots, alj$) de varias longitudes. Más aún, algunos pares de sectores están conectados indirectamente a través de más de una de tales secuencias (Aroche, 1996).

Al identificar a los CI, se distinguen aquellos coeficientes técnicos que involucran secuencias más largas de conexiones indirectas, o conjuntos más largos de secuencias que generan efectos potencialmente "importantes" para la economía, porque las transacciones a través de estos enlaces involucran intercambios en muchos otros sectores. En otras palabras, un CI aparece siempre que dos sectores conectados directamente están también conectados indirectamente por un conjunto de vínculos más largos. Por lo tanto, pequeños cambios en el valor numérico de cualquier CI puede tener gran impacto sobre el producto de muchos sectores involucrados con cada CI y sus correspondientes valores de la inversa de Leontief aji .

En otros estudios se ha señalado que, conforme una economía evoluciona y la división del trabajo avanza, el número de coeficientes importantes se incrementa, mientras el número de entradas nulas en la matriz A y el número de coeficientes no importantes decrece (Forssell, 1988, Aroche, 1996). Debido a que conforme la división del trabajo llega a ser más compleja, las industrias se interrelacionan más cercanamente, directa e indirectamente para producir cualquier bien, propiciando que, tanto la matriz de coeficientes técnicos A , como la matriz inversa de Leontief $(I-A)^{-1}$ sean cada vez de una mayor densidad.

Por la forma en que esta metodología establece el nivel de importancia de un sector, ésta se considera la más adecuada para el estudio del papel que desempeña la industria de bienes de capital en el desarrollo económico, por dos razones fundamentales. En primer lugar, como señalan Tarancón, Callejas, Dietzenbacher y Lahr (2008), el nivel de integración de un país está caracterizado por su concentración de CI, que determina la estructura económica fundamental de un país, la cual si cuenta con un número relativamente alto de CI esparcidos a través de la red de relaciones intersectoriales será

altamente integrada, lo que implicaría que si algún sector de la industria de bienes de capital se clasifica como CI, es una rama articuladora con el conjunto del aparato productivo y, por tanto, es capaz de influir en la dinámica y el patrón del desarrollo económico. Por otro lado, como señala Soza (2007), el análisis de sensibilidad estructural cuantifica cómo se ve afectada la actividad económica cuando se produce un cambio en la tecnología, identificándose de esta forma los coeficientes que afectan en mayor cuantía al sistema productivo. En este sentido, este indicador define la función que desempeña la industria de bienes de capital, en los avances que tienen lugar en la tecnología, estando compuesta ella misma por sectores que incorporan y transmiten cambios tecnológicos.

Por otra parte, si resulta que algún sector de los que integra la industria de bienes de capital se identifica como importante, resulta relevante conocer los vínculos específicos que tiene con los sectores que generan los efectos significativamente más importantes dentro de la red de interrelaciones económicas. Para tal propósito, una herramienta que es de gran utilidad es el análisis que subyace en la teoría de grafos, la cual cumple dos propósitos, por una parte, posibilita la representación gráfica del conjunto de interrelaciones a partir de una matriz Booleana y, por otra parte, proporciona instrumentos para cuantificar y jerarquizar los vínculos con lo que se puede lograr, tanto una caracterización de los vínculos de cada CI, así como de la red completa de interrelaciones.

El procedimiento metodológico que se sigue es la binarización de la matriz de CI, construyendo una matriz Booleana W , en donde se distinguen entradas positivas la cuales corresponden a los CI (codificando 1) y relaciones ausentes (codificando 0), correspondiendo a coeficientes no importantes, incluyendo elementos nulos en A . La matriz W puede ser considerada una matriz adyacente, la cual al considerar sólo los CI refleja la estructura característica de la economía.

De tal manera que a partir de esta matriz, se construye un gráfico G , que refleja las relaciones directas entre los CI, para tal fin los sectores son tomados como vértices, en tanto que los CI representaran líneas dirigidas o arcos. La suma de las conexiones del vértice a otros es llamada el grado hacia afuera (out-degree) de los puntos, mientras que la suma de los arcos que recibe cada sector es denominado grado hacia dentro (in-degree). Según la teoría de grafos actores o vértices individuales pueden tener muchos o pocos vínculos, y el número de conexiones que reciba o dirija puede dar una caracterización del tipo de relaciones que establece cada sector con el resto de la red. Así, los sectores pueden ser "emisores" de vínculos, "receptores", o ambos. Este tipo de diferencias muy básicas entre conexiones inmediatas son críticas en la explicación de las interrelaciones de una red

compleja. El número y tipo de vínculos que tiene los actores son una base de similitud o desigualdad con otros actores y, por tanto, una manera factible de diferenciación y estratificación (Ghosh y Roy, 1998).

Tratándose de una red de relaciones económicas, cada arco en la gráfica señala la existencia de una conexión de un paso entre un sector demandante y un oferente de la economía. Por tanto, los arcos son demanda dirigida, ya que cada coeficiente técnico representa flujos de demanda intermedia, que se origina en los sectores demandantes. La representación gráfica mostrará aquellos vínculos directos entre industrias que involucran secuencias más largas de conexiones indirectas y conjuntos más largos de tales secuencias en la economía. Estas secuencias de coeficientes técnicos que van de la industria i a la industria j , esto es, $(a_{ik}, a_{k1}, \dots, a_{lj})$ corresponde al concepto de trayectoria en la teoría de grafos, yendo del vértice i al vértice j , a través de vértices $k, \dots, 1$. Esto podría ser reformulado para decir que los CI son conexiones directas que involucran trayectorias más largas de conexiones indirectas y conjuntos de trayectorias más largas entre pares de industrias (Aroche, 1996).

4.2 La industria de bienes de capital y su vinculación con el conjunto de la actividad productiva: efectos directos e indirectos

En este trabajo, asumimos que la capacidad de articulación de un sector es indicativa de los efectos de derrame sobre el conjunto de la economía que tiene dicha actividad ante sus propios avances productivos y tecnológicos. En este sentido, la determinación del grado de articulación de las diferentes ramas productoras de bienes de capital, se convierte en el objetivo central de este apartado, para el cual emplearemos la metodología de Coeficientes Importantes (CI) por límites tolerables.

Por convención se adopta que un CI será aquel valor de rij que se encuentra entre cero y veinte; cuando el rij sea mayor a cien, hay un coeficiente no importante (CnI); cuando no existen transacciones intersectoriales, la entrada se denomina nula, es decir, el valor es cero. Siguiendo el criterio de Aroche (1996), consideramos que un sector es importante si, al menos, tiene cuatro CI. De esta forma, podemos dar una mirada a la estructura económica fundamental de cada uno de los tres países objeto de nuestra investigación, a partir de la información que se plasma en el cuadro 10, en el que se presentan los datos de cada país durante los años de 1985 y 2005.

Cuadro 10
Número de Coeficientes Importantes

	Por columna											
	Alemania, 1985		Alemania, 2005		Japón, 1985		Japón, 2005		Estados Unidos, 1985		Estados Unidos, 2005	
	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas
1 Agricultura	11	7	10	9	4	4	7	7	6	5	9	8
2 Minería	13	11	19	17	18	17	16	16	5	5	4	4
3 Alimentos	5	3	5	5	3	3	4	4	5	5	5	5
4 Textiles	7	5	10	10	6	5	11	9	6	6	11	11
5 Madera	12	9	11	10	12	12	15	14	11	11	11	9
6 Papel	7	6	7	5	6	6	5	4	4	4	6	6
7 Química	5	3	5	4	5	4	5	4	6	6	5	5
8 Petróleo	6	3	3	3	4	3	4	3	7	6	5	5
9 Plástico	9	6	9	8	7	7	5	5	10	10	9	9
10 Minerales no met.	11	7	11	10	10	10	13	13	12	12	11	11
11 Hierro y acero	6	3	6	5	2	2	3	3	10	8	8	8
12 Productos Metálicos	9	5	5	4	7	6	7	6	6	6	7	7
13 Maquinaria no elect	7	4	5	3	6	6	5	5	6	6	8	8
14 Maquinaria de oficina	12	10	12	12	12	12	11	11	14	13	7	7
15 Aparatos Electricos	8	3	3	3	3	3	4	4	4	4	13	12
16 Automoviles	8	3	2	2	4	4	5	4	5	5	6	5
17 Otro equipo de transp	12	11	11	10	12	12	13	12	7	7	11	9
18 Otra Manufactura	12	8	14	9	17	16	11	10	21	19	10	9
19 Electricidad, gas y agua	5	4	7	7	6	6	7	7	4	4	4	4
20 Construcción	6	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2
21 Comercio	3	2	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1
22 Restaurantes y Hoteles	7	5	5	5	5	4	4	4	6	5	6	6
23 Transportes y almacen	7	4	4	4	3	3	4	4	4	4	7	7
24 Comunicaciones	4	2	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4
25 Finanzas y seguros	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
26 Bienes inmuebles	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27 Servicios Comunitarios	2	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2
28 Otros productores	5	4	2	2	8	7	10	8	0	0	3	3
	24	16	20	18	19	18	22	21	22	22	22	22

	Por renglón											
	Alemania, 1985		Alemania, 2005		Japón, 1985		Japón, 2005		Estados Unidos, 1985		Estados Unidos, 2005	
	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas	Totales	Internas
1 Agricultura	5	3	3	3	7	5	3	3	3	3	4	4
2 Minería	4	2	2	1	1	0	1	0	5	5	5	5
3 Alimentos	5	4	3	3	6	4	4	3	3	3	4	4
4 Textiles	3	2	1	1	3	3	1	1	4	4	1	1
5 Madera	3	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1
6 Papel	5	1	5	4	6	6	8	8	5	5	7	7
7 Química	16	11	2	1	12	12	7	5	8	7	3	2
8 Petróleo	4	1	12	9	5	4	12	10	4	4	9	8
9 Plástico	5	1	3	1	5	4	7	5	2	2	2	1
10 Minerales no met.	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11 Hierro y acero	9	5	4	4	11	11	12	11	7	7	7	4
12 Productos Metálicos	8	5	7	5	4	4	4	4	4	4	5	4
13 Maquinaria no elect	11	5	9	8	3	3	8	7	5	3	1	1
14 Maquinaria de oficina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
15 Aparatos Electricos	10	6	8	6	6	6	6	4	6	5	1	1
16 Automoviles	3	1	6	4	2	2	2	2	1	1	1	1
17 Otro equipo de transp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18 Otra Manufactura	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1
19 Electricidad, gas y agua	16	7	9	7	5	5	5	5	12	11	1	1
20 Construcción	3	2	3	2	3	3	4	4	6	6	0	0
21 Comercio	23	21	22	22	22	22	24	24	21	21	22	22
22 Restaurantes y Hoteles	1	0	0	0	3	3	0	0	2	2	0	0
23 Transportes y almacen	12	5	16	16	11	11	14	14	10	10	11	11
24 Comunicaciones	1	0	3	3	0	0	2	2	1	1	1	1
25 Finanzas y seguros	21	16	16	14	11	10	14	14	6	5	23	23
26 Bienes inmuebles	28	27	28	28	20	20	28	28	26	26	28	28
27 Servicios Comunitarios	2	2	10	10	18	18	10	10	25	25	17	17
28 Otros productores	0	0	6	6	0	0	1	1	1	1	17	17
	16	11	14	14	15	15	16	15	16	15	13	13

Fuente: Elaboración propia con base a las matrices insumo - producto de Alemania, Japón y Estados Unidos (STAN - OCDE).

Lo primero que podemos apreciar en el cuadro 10, es la relevancia de las importaciones en las relaciones interindustriales. Al comparar las matrices de transacciones totales – que incluyen las importaciones – y las de transacciones internas – que no contabilizan las compras al exterior de los tres países, encontramos que mientras Alemania presentaba mayor dependencia a las importaciones en 1985 que en 2005, Japón refleja

menor vulnerabilidad externa; en tanto Estados Unidos, no solo muestra menor dependencia a las importaciones, sino cierta estabilidad.

Una de las características que más resaltan de esta sección, es que en los tres países se aprecia un mayor grado de articulación productiva en el segundo año, el número sectores que contabilizan más de cuatro CI, tiende a incrementarse, por lo que podemos afirmar que se trata de economías en los que su evolución ha propiciado una división del trabajo cada vez más avanzada, al aumentar también la cantidad total de coeficientes importantes.

Ya habíamos observado en el capítulo anterior, que las actividades productoras de bienes de capital reflejaban ser muy articuladas, pero ¿dicho grado de integración se confirmaría con la metodología de coeficientes importantes? Para responder a esta inquietud a continuación se identifica la posición que ocupan el conjunto de las actividades productoras de bienes de capital en la estructura económica fundamental, señalando en principio que se aprecian diferencias relevantes si consideramos su contabilidad por renglón o por columnas. De hecho, es posible apreciar ciertos indicios sobre el papel que desempeña cada sector en dicha estructura fundamental.

Con los datos del cuadro 10, constatamos que en general las actividades productoras de bienes de capital en las tres economías, se distinguen por su alto potencial de articulación; por ejemplo, la estructura económica de Alemania refleja cierta especialización en la que dos de las ramas de dicha industria ejercen una fuerte influencia como oferentes de insumos especializados en maquinaria no eléctrica y aparatos eléctricos (ramas 13 y 15, respectivamente) y, por otro lado, los otros dos sectores se ubican como importantes demandantes de insumos (ramas 14 y 17). En cuanto a Japón, los cuatro sectores de bienes de capital ejercen importantes efectos de propagación por medio de su demanda, constituyéndose en el último año como un núcleo articulador, al poseer un alto número de CI, sobresalen (14) Maquinaria de oficina y (17) Otro equipo de transporte con 11 y 12 coeficientes importantes, respectivamente; en cambio, como proveedores de insumos especializados solo (13) Maquinaria no eléctrica y (15) Aparatos eléctricos poseen los mayores efectos de transmisión. El caso de Estados Unidos destaca porque las cuatro actividades de bienes de capital se caracterizan por ser principalmente demandantes de insumos, pero no necesariamente generan importantes secuencias de interrelaciones como proveedores de maquinaria y equipo para el conjunto de la economía.

En términos generales, dentro de las industrias “importantes” de cada uno de los tres países, se encuentra al menos dos actividades productoras de bienes de capital, que en su

mayoría no reflejan una fuerte dependencia a las importaciones y, al mismo tiempo, cuentan con una alta proporción de CI.

Pese a una aparente pérdida de especialización de Alemania en la producción de (13) Maquinaria no eléctrica, al disminuir el número de coeficientes importantes y mostrar una mayor dependencia a las importaciones en el último año, dos ramas se distinguen por su alto número de CI aún sin considerar a las importaciones, (14) Maquinaria de oficina y (17) Otro Equipo de transporte, las cuales, como recordamos, mostraban cierta especialización tecnológica. Con ello, resulta incuestionable la importancia del sector de bienes de capital como núcleo articulador de la actividad, así como difusor del progreso técnico.

En lo referente a Japón, por el número de CI, las industrias del sector de bienes de capital ganan especialización en el tiempo. Esto es, durante el primer año, (13) Maquinaria y equipo, (14) Maquinaria de oficina y (17) Otro equipo de transporte, además de ser catalogadas como “importantes” no mostraban dependencia de las importaciones, mientras que para 2005 no solo estas actividades conservan esta característica, sino que también (15) Aparatos eléctricos se agrega al grupo de actividades “importantes”. De tal manera que las cuatro ramas, además de ser generadores y difusores del progreso tecnológico, tienen la capacidad de propiciar fuertes efectos directos e indirectos ante cambios en sus coeficientes técnicos y, por ende, podemos afirmar que todo el complejo de bienes de capital es un grupo articulador.

En Estados Unidos, las cuatro actividades dedicadas a la producción de bienes de capital son un núcleo articulador de la economía al quedar agrupadas como importantes, pero a diferencia de los otros dos países que tienen cierta estabilidad en el número de CI, en Estados Unidos, el sector con mayor cantidad de CI en 2005, es aquel que en el primer año tenía el menor número de CI, (15) Aparatos Eléctricos, mientras el que tenía el mayor número de CI, (14) Maquinaria de oficina, disminuye considerablemente la cantidad de CI y, por tanto, de vinculaciones importantes.

Resulta evidente que cada país se especializa en alguna de las industrias de bienes de capital que puede ser considerada como núcleo articulador. Ello supone que la especialización en este tipo de industrias tiene una incidencia positiva en las estructuras económicas. Al respecto, por el monto total de CI (cuadro 11) se puede inferir que los tres países presentan cambios importantes en términos de estructurales.

Cuadro 11
Coeficientes Importantes
(Alemania, Japón y Estados Unidos)

	Coeficientes Importantes		Coeficientes no Importantes		Entradas Nulas	
	1985	2005	1985	2005	1985	2005
Alemania						
Transacciones totales	204	184	318	423	22	0
Transacciones internas	133	163	467	461	23	0
Japón						
Transacciones totales	170	182	390	400	75	97
Transacciones internas	162	170	364	379	75	99
Estados Unidos						
Transacciones totales	173	178	359	441	100	0
Transacciones internas	165	170	367	461	100	0

Fuente: Elaboración propia con base a las matrices insumo - producto de Alemania, Japón y Estados Unidos (STAN - OCDE).

Aunque se suponen economías muy integradas a la dinámica internacional, en el tiempo logran incrementar su articulación interna, observable tanto en el número de CI como en la proporción entre CI y CnI que se mantienen relativamente estable durante los dos años.

En el caso de Alemania, si bien la diferencia en la cuantía de CI entre las TIO de transacciones totales y las internas, es la más alta de las tres, si se comparan los datos de 2005 con 1985 dicha diferencia disminuye, reflejando una mayor articulación durante el último año.

Si se suman la cantidad de entradas nulas con los CnI, Alemania y Estados Unidos parecen ser más similares. De contabilizar una cantidad considerable de entradas nulas en el primer año, para 2005 no existe este tipo de entradas, lo que indicaría que hay una ganancia de vinculaciones interindustriales, pero dichas interrelaciones no necesariamente implican mayores secuencias de efectos directos e indirectos. Para Japón, en cambio, el número de entradas nulas aumenta, pero en contraparte disminuye la cantidad de CnI.

En resumen, pueden confirmarse la alta articulación de las ramas productoras de bienes de capital con el conjunto de la economía, reafirmando no solo los resultados de los capítulos anteriores, sino también las ideas de Rosenberg sobre la importancia de la industria por su capacidad para interrelacionarse con el conjunto de actividad productiva. No obstante, tales resultados, hemos formulado que más allá de que los bienes de capital están muy articulados, creemos que poseen la capacidad de establecer fuertes interrelaciones con las actividades más dinámicas de cada economía, lo cual será objeto de análisis en el siguiente apartado.

4.3 Los bienes de capital y su vinculación con los sectores dinámicos

Una de las ventajas de utilizar el análisis de redes, en esta investigación, es que nos permite distinguir con qué sectores establecen relaciones importantes las distintas ramas objeto de investigación. Como se recordará, no solo pretendemos establecer si la producción de bienes de capital está articulada o no, sino además definir la capacidad de las distintas actividades de establecer vinculaciones con las industrias más dinámicas dentro de cada país. Cabe mencionar, que los distintos teóricos que hemos revisado, solo mencionan el potencial de los bienes de capital de interrelacionarse con el conjunto de la actividad, pero no definen el papel de proveedora o usuaria de las industrias de mayor dinamismo. La posibilidad de abastecer las necesidades de maquinaria y equipo o de ser usuaria de insumos de alto contenido tecnológico de los sectores con alto potencial de crecimiento – ya sea por su desarrollo tecnológico o por su éxito comercial – implica, a su vez, ser una fuente de innovaciones y cambio tecnológico hacia el sistema, conduciendo a generar incrementos en productividad y una mayor competitividad, es decir, crecimiento que denominaremos de tipo cualitativo.

El estudio que proponemos para definir las vinculaciones de las industrias de bienes de capital con los distintos sectores, es la utilización del análisis de los coeficientes importantes con Ego-Redes⁴, dividiendo el análisis para cada uno de los países estudiados. Asimismo, con la idea de presentar los principales cambios ocurridos en la estructura característica de cada economía, se expondrán, en primer término, los datos a nivel agregado; posteriormente, las modificaciones primordiales a nivel individual, relacionadas con el aumento o disminución de vínculos con sectores importantes; finalmente, se presentan las características respecto tanto a su nivel tecnológico como a su dinamismo comercial y productivo. En cuanto a las primeras se utiliza la clasificación que proporciona la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.

Antes de iniciar con el estudio de las Ego-Redes, se menciona a continuación los rasgos distintivos del conjunto de la actividad económica de cada país. Para ello, construimos una clasificación de las 28 actividades (ver Tabla 1 y Anexos 1, 2, 3 y 4), según dinamismo comercial y productivo. De esta forma, medimos el dinamismo comercial a partir del índice de apertura (cociente entre la suma de las exportaciones más las importaciones entre el valor bruto de la producción) y el índice productivo a

¹ La ego-red consiste en: a) un actor central, conocido como “Ego”, en nuestro caso, son cuatro cada uno correspondiente a cada rama de bienes de capital; b) el conjunto de actores con cualquier tipo de vínculo con el “ego”, para nosotros serán las vinculaciones más importantes, es decir, aquellas con el potencial de ejercer las mayores secuencias de interrelaciones directas e indirectas.

través del crecimiento de la productividad laboral. Una vez definida la clasificación, se determina la importancia económica de cada grupo por medio de su participación en el valor agregado, el empleo, las exportaciones y las importaciones. Las dos primeras variables se utilizan como indicativas de la orientación o impacto interno de cada agrupación dentro de la economía; por otro lado, la tercera y cuarta variable, señalan la orientación de los grupos hacia el exterior. Los datos quedan expresados en la gráfica 24.

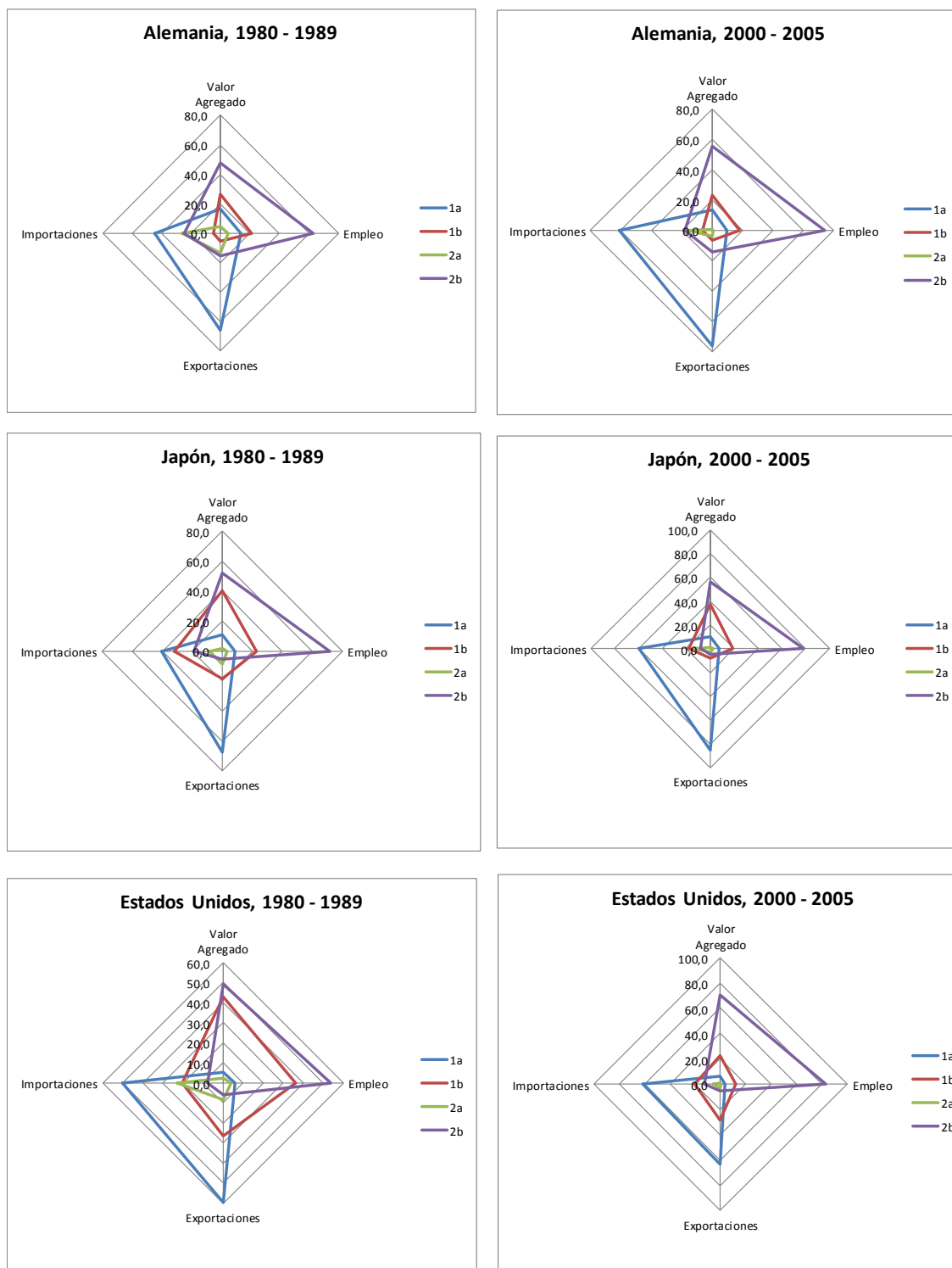
Tabla 1. Clasificación por productividad e índice de comercio

	Alto comercio	Bajo comercio
Alta productividad	(1a) Internacionalizadas con ventajas tecnológicas	(1b) Dinamismo medio orientadas al mercado doméstico con ventaja tecnológica
Baja productividad	(2a) Internacionalizadas sin ventaja tecnológica	(2b) Actividades estancadas

En Alemania las industrias de más alta participación en las variables comerciales (1a) Internacionalizadas con ventaja tecnológica, tienen un bajo peso relativo en valor agregado y empleo, reflejando que la internacionalización de estas industrias tiene un carácter tecnológico; en cambio, aquellas cuya participación en las variables de orientación interna es alta, grupos (1b) Dinamismo medio y (2b) actividades estancadas, contribuyen con más del 20 por ciento en exportaciones e importaciones.

La agrupación que en conjunto muestra la menor contribución en todas las variables es (2a) Internacionalizadas sin ventaja tecnológica, caracterizada por su baja productividad y alto índice de comercio, lo que puede deberse a que el grupo únicamente está constituido por tres industrias.

GRÁFICA 24
DIAGRAMA DE PARTICIPACIONES SEGÚN CLASIFICACIÓN POR DINAMISMO
PRODUCTIVO Y COMERCIAL
ALEMANIA, JAPÓN Y ESTADOS UNIDOS



Fuente: Elaboración propia con datos de STAN - OCDE, 2008

En Japón las actividades de elevada productividad, grupos 1a y 1b, contribuyen en mayor proporción en las variables comerciales, dando cuenta que la especialización comercial responde a un mejor desempeño productivo – y tecnológico. En cuanto a los

grupos de baja productividad se aprecia su fuerte orientación interna, con un peso considerable en empleo y valor agregado – específicamente, nos referimos a las industria estancadas, 2b. Es necesario indicar que de 1985 a 2005, se dan cambios significativos en las participaciones de los distintos grupos en las variables consideradas, en menor medida del grupo de mayor internacionalización y ventaja tecnológica, indicando un patrón de especialización consolidado.

En cuanto a Estados Unidos, la especialización comercial descansa en ventajas tecnológicas, debido a que las actividades de alta productividad (1a y 1b) presentan la mayor contribución en las variables comerciales. Como en los dos países anteriormente abordados, el grupo menos dinámico, es el que tiene la mayor orientación interna y una bajísima orientación comercial. Este país es el que refleja las mayores transformaciones en la composición de los distintos grupos y, con ello, del cambiante patrón de especialización.

Cabe aclarar que las cuatro actividades que constituyen la producción de bienes de capital en los tres países se encuentran dentro del grupo (1a), es decir, en las industrias internacionalizadas con ventaja tecnológica. Dichas ramas son (13) Maquinaria y equipo, (14) Maquinaria de oficina, (15) Aparatos eléctricos y (17) Otro equipo de transporte. En conjunto dichas ramas son muy activas, confirmándose, en principio, las ideas de Rosenberg en cuanto a la importancia estratégica del sector, sin embargo, debemos definir si tal relevancia es incluyente a las cuatro actividades o es exclusiva de unas cuantas, haciéndolas tener no solo un elevado impacto interno sino también una mayor especialización comercial. Aspectos que serán estudiados a continuación.

4.3.1 La industria de bienes de capital en Alemania y sus vínculos importantes

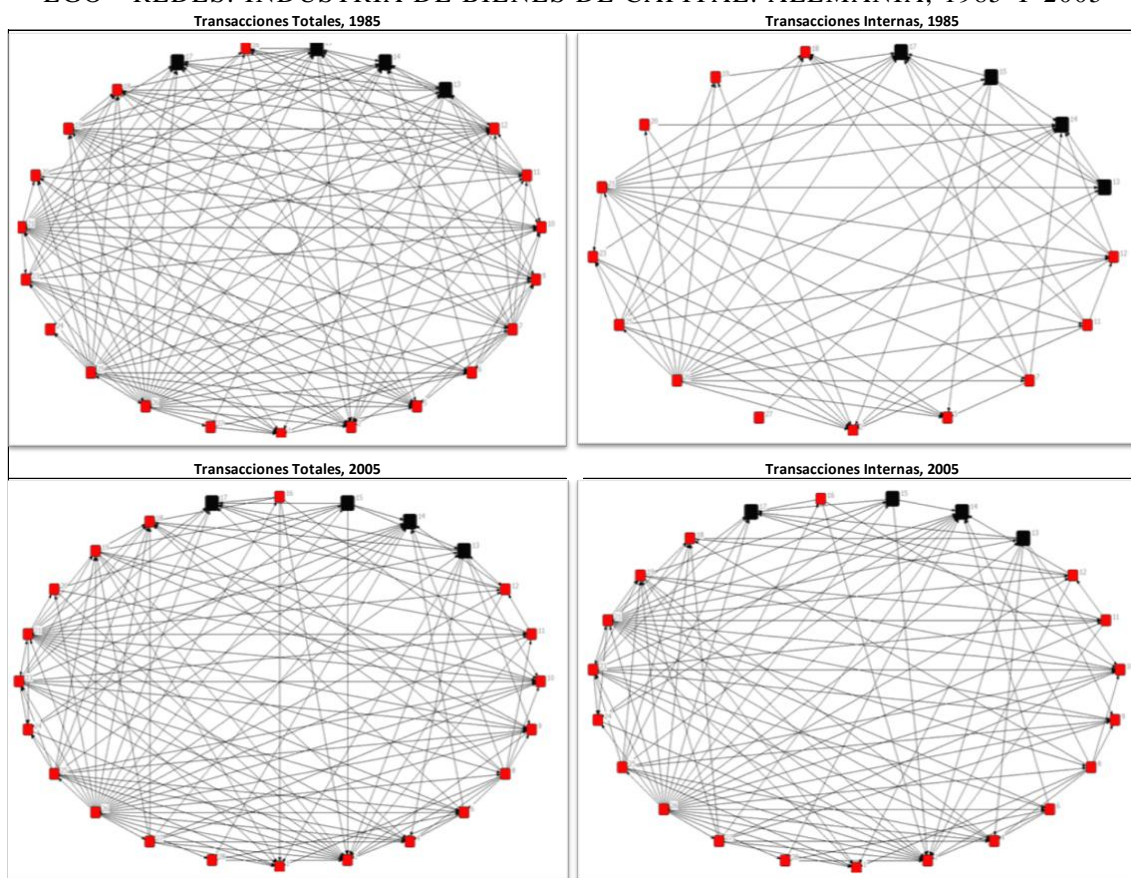
La comparación de las Ego-Redes de Alemania de transacciones totales e internas durante los años 1985 y 2005, nos muestra una mayor consolidación al interior de la estructura productiva alemana. Es decir, la diferencia en el número de interconexiones importantes o nivel de densidad en las TIO totales es mayor en el primer año, mientras que las TIO internas existe mayor densidad en 2005, agregándose una más visible dependencia a las importaciones en 1985 (ver gráfica 25).

Para poder apreciar con más detalle las vinculaciones que mantienen cada uno de los sectores que integran a la industria de bienes de capital, en el cuadro 12 se presentan, además de las actividades con los que se interrelacionan, algunas características de cada

una de ellas, definidas a partir de algunas clasificaciones que les han sido asignadas, tales como el dinamismo comercial y productivo; el nivel tecnológico, según el criterio de la OCDE; así como el número de CI, tanto por columna como por renglón.

Al considerar a las distintas actividades productoras de bienes de capital como un conglomerado, es palpable la pérdida de interrelaciones importantes entre los miembros de la red, de tal manera, que en el primer año los cuatro sectores formaban un núcleo articulador con fuerte conexiones importantes entre sí, para 2005 solo (15) Aparatos eléctricos y (17) Otro equipo de transporte conservan amplias secuencias de relaciones fundamentales con otros dos sectores del conjunto. En contraparte, (21) Comercio y (26) Bienes inmuebles, mantienen vinculaciones con las cuatro ramas de maquinaria y equipo. Si a estos le añadimos los sectores (2) Minería, (12) Productos Metálicos, así como (15) y (17), en total tenemos seis sectores que conforman el núcleo de articulación con la estructura característica de la economía alemana con la que la industria de bienes de capital ha preservado sus principales interrelaciones.

GRÁFICA 25
EGO - REDES. INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL. ALEMANIA, 1985 Y 2005



Fuente: Elaboración con programa UCINET y MIP de Alemania, 1985 y 2005 (STAN - OCDE).

Observando en lo individual a cada una de las ramas, tenemos hallazgos interesantes, que se describirán enseguida.

Entre 1985 y 2005, (13) Maquinaria no eléctrica presenta una evidente ganancia de articulación con sectores importantes, al pasar de siete a nueve sectores, de los cuales cinco se mantienen de un periodo al otro. Pese a lo positivo que podría resultar tal hallazgo, si tomamos en cuenta las características productivas y tecnológicas de las distintas actividades, se aprecia un cambio desfavorable, de los siete sectores con los que establecía vínculos en 1985, tres eran sectores de alto dinamismo (1a) y uno de dinamismo medio (2a), asociados con la dinámica exterior; en tanto que para el año 2005, de los nueve sectores, sólo uno es de alto dinamismo y otros tres son de dinamismo medio. A esto se suma que el único sector de alto dinamismo, se caracteriza por ser de tecnología media alta (MAT), mientras en el periodo previo, establecía relaciones importantes con dos sectores de MAT y con uno de Alta Tecnología (AT).

La producción de (14) Maquinaria de oficina, presenta un comportamiento semejante que el caso anterior, también incrementa el número de sectores con los que se interrelaciona al pasar de nueve a once, pero al igual que el anterior, se pierden enlaces con las actividades de mayor dinamismo. Así, en el primer año, las interconexiones se establecían con tres sectores de alto dinamismo (1a) y con dos de dinamismo medio (1b), siendo la complejidad tecnológica de dos de ellos AT y otros dos de MAT. En contraste, en 2005 sólo se mantiene un vínculo con un sector de alto dinamismo (1a), (15) Aparatos eléctricos, el cual es el único que se vincula con la dinámica externa. Del resto de los sectores, cuatro entran en la categoría (1b) y otros seis en (2b), lo que implica que los primeros son de dinamismo medio, aunque con ciertas ventajas tecnológicas, de hecho dos de ellos (24) Comunicaciones y (25) Finanzas y seguros, son catalogados por la OECD como de Alta Tecnología; en contraparte los otros seis se caracterizaron como actividades estancadas.

La evolución de (15) Aparatos eléctricos resulta relativamente más favorable. En este sentido, no se presentan modificaciones muy relevantes, debido a que mantiene el mismo número de vínculos, siete, de los cuales cinco prevalecen del periodo anterior. Si, además, se observan las características tecnológicas, la situación resulta positiva, las ramas con las que se interrelaciona pasan de una a dos de AT, con la incorporación para el segundo año del sector (24) Comunicaciones, y disminuye el número de sectores de baja tecnología de tres a dos; sin embargo, de acuerdo a sus características productivas presenta un ligero retroceso debido a que de tener vínculos con tres sectores de alto dinamismo,

sólo conserva enlaces con dos, perdiendo el vínculo precisamente con (13) Maquinaria no eléctrica.

CUADRO 12
Alemania
Vinculaciones Importantes de la Industria de Bienes de Capital

Vinculaciones, 1985						Vinculaciones, 2005					
Industria de Bienes de Capital	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	
			Por columna	Por renglón				Por columna	Por renglón		
13 Maquinaria no eléctrica	14 Maquinaria de oficina	1a	10	1	AT	17 Otro equipo de transporte	1a	10	1	MAT	
	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	9 Plástico	1b	6	1	MBT	
	17 Otro equipo de transporte	1a	11	1	MAT	10 Minerales no metálicos	1b	10	1	MBT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	27	BT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	2 Minería	2a	11	2	MT	2 Minería	2a	17	2	MT	
	18 Otra manufactura	2b	8	1	BT	4 Textiles	2a	10	1	BT	
14 Maquinaria de oficina	21 Comercio	2b	2	21	BT	18 Otra Manufactura	2a	9	9	BT	
			4	3		1 Agricultura	2b	9	3	BT	
					5	21 Comercio	2b	3	22	BT	
								7	3		
	7 Química	1a	3	11	AT	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	
	13 Maquinaria no eléctrica	1a	4	5	MAT	8 Petróleo	1b	3	9	MBT	
15 Aparatos Eléctricos	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	24 Comunicaciones	1b	5	3	AT	
	25 Finanzas y seguros	1b	2	16	AT	25 Finanzas y seguros	1b	2	14	AT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	27	BT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	12 Productos Metálicos	2b	5	5	MBT	6 Papel	2b	5	4	BT	
	20 Construcción	2b	2	2	BT	12 Productos Metálicos	2b	4	5	MBT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT	21 Comercio	2b	3	22	BT	
17 Otro equipo de transporte	27 Servicios Comunitarios	2b	0	2	I	23 Transportes y almacén	2b	4	16	I	
			2	7		27 Servicios Comunitarios	2b	2	10	I	
					5	28 Otros productos	2b	2	6	BT	
								4	10		
	13 Maquinaria no eléctrica	1a	4	5	MAT	14 Maquinaria de oficina	1a	12	1	AT	
	14 Maquinaria de oficina	1a	10	1	AT	17 Otro equipo de transporte	1a	10	1	MAT	
13 Maquinaria no eléctrica	17 Otro equipo de transporte	1a	11	1	MAT	19 Electricidad, gas y agua	1b	7	7	MT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	27	BT	24 Comunicaciones	1b	5	3	AT	
	2 Minería	2a	11	2	MT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	5 Madera	2b	9	1	BT	2 Minería	2a	17	1	MT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT	21 Comercio	2b	3	22	BT	
			5	3				5	3		
15 Aparatos Eléctricos	7 Química	1a	3	11	AT	11 Hierro y acero	1a	5	4	MBT	
	13 Maquinaria no eléctrica	1a	4	5	MAT	13 Maquinaria no eléctrica	1a	3	8	MAT	
	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	
	19 Electricidad, gas y agua	1b	4	7	MT	16 Automóviles	1a	2	4	MAT	
	25 Finanzas y seguros	1b	2	16	AT	25 Finanzas y seguros	1b	2	14	AT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	27	BT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
17 Otro equipo de transporte	11 Hierro y acero	2a	3	5	MBT	12 Productos Metálicos	2b	4	5	MBT	
	12 Productos Metálicos	2b	5	5	MBT	21 Comercio	2b	3	22	BT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT	23 Transportes y almacén	2b	4	16	I	
	23 Transportes y almacén	2b	4	5	I						
			4	10				3	9		
					7						

Fuente: Elaboración propia con base a las matrices insumo - producto de Alemania 1986 y 2005 (STAN - OCDE).

La evolución más favorable la tiene (17) Otro equipo de transporte, al establecer relaciones importantes con un mayor número de sectores en el último año, siete de las nueve ramas con las que se interrelaciona en 2005 son las mismas que en 1985, así también incrementa en uno el número de sectores de alto desempeño productivo y vinculado al mercado mundial, (1a). Cabe señalar que esta actividad de bienes de capital, es la única que conserva sus vínculos con dos sectores de maquinaria y equipo, (13) y (15). Por lo anterior, afirmamos que la fabricación de Otro equipo de transporte afianza su grado de articulación con un núcleo muy consolidado. El único rasgo desfavorable es la pérdida del vínculo con una rama de alta tecnología, (7) Química, lo cual se compensa

relativamente con el nuevo enlace con (16) Automóviles, caracterizada por ser tanto MAT como de alto desempeño productivo (1a).

En general, la jerarquización de los sectores por su dinamismo comercial y productivo coincide con el nivel de complejidad tecnológica según la clasificación que desarrolla la OCDE; es decir, al ordenar a los distintos sectores con los que tienen relación cada uno de los cuatro sectores que componen a la industria de bienes de capital, se puede apreciar que, en la mayoría de los casos, aquellos sectores que están internacionalizados y cuentan con alto nivel productivo y que hemos definido como de alto dinamismo (1a) presentan, a su vez, la complejidad tecnológica más alta, que va de Media Alta Tecnología (MAT) a Alta Tecnología (AT).

Por otro lado, esta misma jerarquización proporciona la información que permite distinguir la orientación que tienen los sectores con los que se vincula la industria de bienes de capital; esto es, sí tiene interrelaciones con sectores cuya dinámica está asociada con el mercado exterior o bien con el mercado interno. En este sentido, es posible señalar que de los cuatro sectores que integran la industria de bienes de capital en Alemania, el (14) Maquinaria de oficina es el menos vinculado con la dinámica exterior, pues de los once sectores con los que está interrelacionado, sólo uno pertenece al grupo (1a). En contraparte el de mayores vínculos y ventajas con el exterior es el (17) Otro equipo de transporte, del cual cuatro de los nueve pertenecen al grupo (1a).

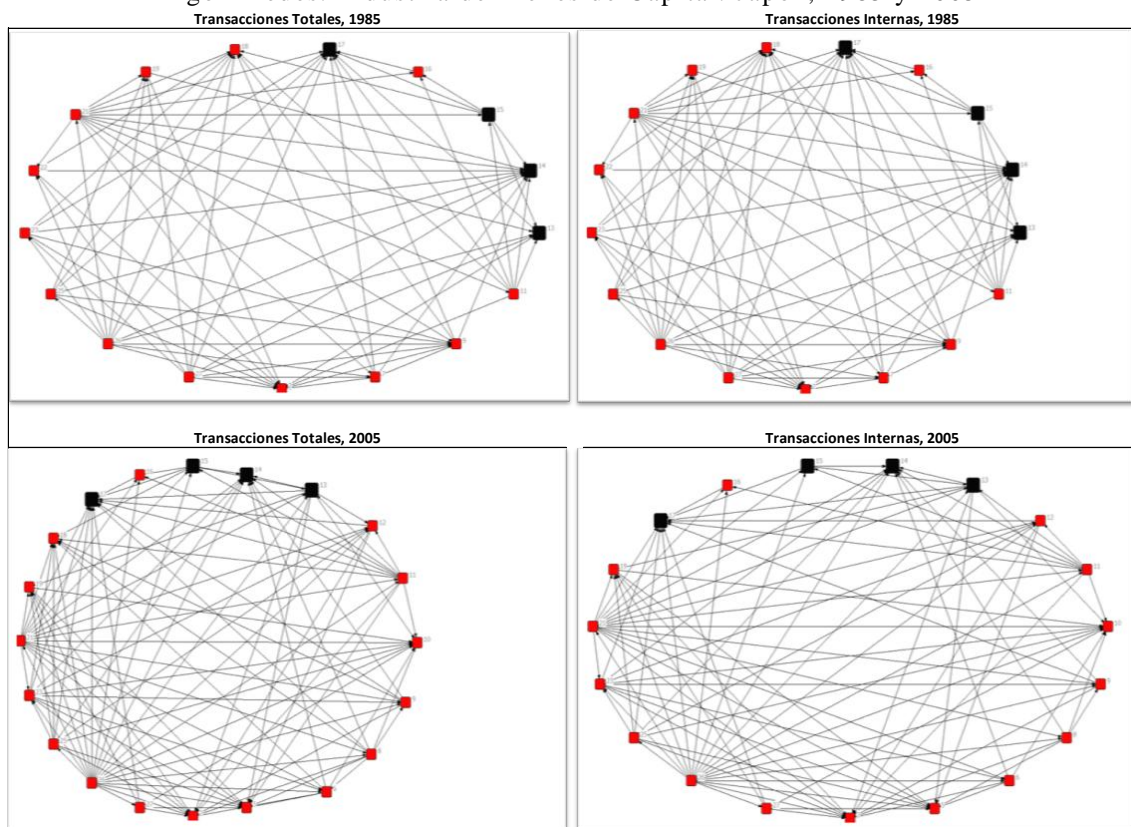
En resumen, al menos, dos ramas de la producción de bienes de capital forman parte de un núcleo articulador de la economía alemana, caracterizado no solo por una elevada capacidad de interrelacionarse al interior del sistema productivo, sino que además de que dichas vinculaciones implican secuencias largas de conexiones directas e indirectas, son con sectores con un potencial tecnológico elevado y, en muchos casos, que gozan de un fuerte dinamismo exportador. Por lo tanto, (17) Otro equipo de transporte y (15) Aparatos se consolidan como sectores dinámicos por sí mismos y tener la capacidad de vindularse con un conjunto de ramas muy internacionalizadas con ventajas tecnológicas y productivas. Pese a que las otras dos actividades de bienes de capital se relacionan con ramas de características productivas y tecnológicas más desfavorables, no debe de olvidarse el alto número de CI que poseen, por lo que, también inciden sobre el crecimiento económico del país. Confirmando, ambos aspectos, los planteamientos de Rosenberg sobre la importancia de la industria de bienes de capital.

4.3.2 La industria de bienes de capital de Japón y sus vinculaciones importantes

Con la visualización de las Ego-Redes de las cuatro actividades productoras de bienes de capital en Japón, gráfica 26, es posible señalar que la industria en cuestión gana integración y es cada vez menos dependiente de las compras al exterior; esto es, de un año al otro resulta evidente un incremento en el número de conexiones importantes o mayor densidad en la red y, al mismo tiempo, diferencias poco significativas en la comparación de los dos tipos de tablas – de transacciones totales y de internas.

En general, la industria de bienes de capital en Japón logra consolidarse como núcleo articulador de la economía, al sostener altas vinculaciones con los sectores más dinámicos (cuadro 13). Tal afirmación se sustentan en tres aspectos: en primer lugar, incremento de las conexiones con sectores que tienen cuatro o más CI; segundo, se mantienen la gran mayoría de ramas con las que se interrelacionan las cuatro ramas de maquinaria y equipo y, tercero, dichas actividades se consolidan como bloque, aumentando o conservando el número de vínculos entre ellas mismas, los cuales se caracterizan por ser de alta productividad y de media y alta tecnología (MAT y AT).

GRÁFICA 26
Ego - Redes. Industria de Bienes de Capital. Japón, 1985 y 2005



Fuente: Elaboración con programa UCINET y MIP de Japón, 1985 y 2005 (STAN - OCDE).

De las cuatro ramas, (13) Maquinaria no eléctrica es la que presenta la posición más favorable, la cual incrementa el número de sectores con los que establece vínculos importantes (de siete en 1985 a diez en 2005), cuatro de los cuales son de alta productividad (1a). Cabe mencionar que entre estas cuatro actividades están las demás ramas productoras de bienes de capital, las cuales se distinguen por ser de Alta tecnología – (14) Maquinaria de oficina – o de tecnología media – (15) Aparatos eléctricos y (17) Otro equipo de transporte.

CUADRO 13
Japón
Vinculaciones Importantes de la Industria de Bienes de Capital

Vinculaciones, 1985						Vinculaciones, 2005					
Industria de Bienes de Capital	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	
			Por columna	Por renglón				Por columna	Por renglón		
13 Maquinaria no eléctrica	2 Minería	1a	17	0	MT	2 Minería	1a	16	0	MT	
	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	14 Maquinaria de oficina	1a	11	1	AT	
	11 Hierro y acero	1b	2	11	MBT	15 Aparatos Eléctricos	1a	4	4	MAT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	20	BT	17 Otro equipo de transport	1a	12	1	MAT	
	17 Otro equipo de transport	2a	12	1	MAT	10 Minerales no metálicos	1b	13	1	MBT	
	21 Comercio	2b	1	22	BT	11 Hierro y acero	1b	3	11	MBT	
	27 Servicios Comunitarios	2b	0	18	I	19 Electricidad, gas y agua	1b	7	5	MT	
			2	5		26 Bienes inmuebles	1b	1	20	BT	
						5 Madera	2a	14	1	BT	
						21 Comercio	2b	2	24	BT	
									7	5	
14 Maquinaria de oficina	7 Química	1a	4	12	AT	13 Maquinaria no eléctrica	1a	5	7	MAT	
	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	15 Aparatos Eléctricos	1a	4	4	MAT	
	9 Plástico	1b	7	4	MBT	8 Petróleo	1b	3	10	MBT	
	11 Hierro y acero	1b	2	11	MBT	11 Hierro y acero	1b	3	11	MBT	
	19 Electricidad, gas y agua	1b	6	5	MT	25 Finanzas y seguros	1b	2	14	AT	
	23 Transportes y almacén	1b	3	11	I	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	25 Finanzas y seguros	1b	2	10	AT	6 Papel	2b	4	8	BT	
			4	10		9 Plástico	2b	5	5	MBT	
						21 Comercio	2b	2	24	BT	
						23 Transportes y almacén	2b	4	14	I	
									3	8	
15 Aparatos Eléctricos	13 Maquinaria no eléctrica	1a	6	3	MAT	13 Maquinaria no eléctrica	1a	5	7	MAT	
	14 Maquinaria de oficina	1a	12	1	AT	14 Maquinaria de oficina	1a	11	1	AT	
	16 Automóviles	1a	4	2	MAT	17 Otro equipo de transport	1a	12	1	MAT	
	11 Hierro y acero	1b	2	11	MBT	11 Hierro y acero	1b	3	11	MBT	
	17 Otro equipo de transport	2a	12	1	MAT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	18 Otra Manufactura	2b	16	1	BT	21 Comercio	2b	2	24	BT	
	21 Comercio	2b	1	22	BT				3	4	
			5	2							
17 Otro equipo de transporte	7 Química	1a	4	12	AT	13 Maquinaria no eléctrica	1a	5	7	MAT	
	13 Maquinaria no eléctrica	1a	6	3	MAT	15 Aparatos Eléctricos	1a	4	4	MAT	
	15 Aparatos Eléctricos	1a	3	6	MAT	16 Automóviles	1a	4	2	MAT	
	16 Automóviles	1a	4	2	MAT	11 Hierro y acero	1b	3	11	MBT	
	9 Plástico	1b	7	4	MBT	25 Finanzas y seguros	1b	2	14	AT	
	11 Hierro y acero	1b	2	11	MBT	26 Bienes inmuebles	1b	1	28	BT	
	23 Transportes y almacén	1b	3	11	I	9 Plástico	2b	5	5	MBT	
	25 Finanzas y seguros	1b	2	10	AT	12 Productos Metálicos	2b	6	4	MBT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	20	BT	21 Comercio	2b	2	24	BT	
	21 Comercio	2b	1	22	BT	23 Transportes y almacén	2b	4	14	I	
	27 Servicios Comunitarios	2b	0	18	I	27 Servicios Comunitarios	2b	2	10	I	
			4	9					6	10	

Fuente: Elaboración propia con base a las matrices insumo - producto de Japón 1985 y 2005 (STAN - OCDE).

Posiblemente, (14) Maquinaria de oficina es la rama menos internacionalizada y cuyo comportamiento ha mostrado una evolución no tan favorable como la anterior. Por un lado, aunque mantiene la misma asociación con siete de los once sectores con los que se relacionaba en 1985, pierde su vinculación con dos sectores importantes, (7) Química y

(19) Electricidad, gas y agua, ramas clave catalogadas como de AT y MT, respectivamente; en contraparte, agrega en sus conexiones a (13) Maquinaria no eléctrica, la cual junto con (15) Aparatos eléctricos, son de alto desempeño productivo, relacionadas con el mercado mundial y clasificadas como ramas MAT. Por otro lado, a excepción de las estas dos ramas de bienes de capital con las que mantiene conexiones, la fabricación de Maquinaria de oficina muestra una mayor relación con ramas más orientadas a la dinámica del mercado interno, ya sea de alta productividad (1b) o de baja (2b).

En apariencia, (15) Aparatos eléctricos es la rama que registra el comportamiento más desfavorable, al disminuir de siete a seis el número de sectores con vínculos importantes, cinco de los cuales se mantienen desde primer año. La pérdida de conexiones importantes fue con (16) Automóviles y (18) Otra manufactura, el primero catalogado por su alto desempeño productivo y comercial (1a) y de MAT. Sin embargo, tal pérdida se compensa al conservar sus interrelaciones con los otros tres sectores de bienes de capital, los cuales además de ser de alto desempeño productivo y de media y alta tecnología, en su mayoría están más vinculadas al mercado exterior y poseen altos CI, es decir, potencialmente articuladores de la actividad económica de Japón.

Por el número de vinculaciones, (17) Otro equipo de transporte muestra una mayor consolidación, al mantener la misma cantidad de asociaciones (once), pero perdiendo conexiones con un sector de alto desempeño productivo (1a) y catalogado como de alta tecnología AT, (7) Química. Situación poco ventajosa, debido a que si bien, fortalece sus vínculos con (12) Productos metálicos, ésta se caracteriza por su bajo desempeño productivo (2b) y tecnológico (MBT). Asimismo, para 2005, la mayoría de las actividades con las que se interrelaciona son estancadas o no orientadas al mercado internacional, y sólo (13), (15) y (16) son de alto dinamismo productivo y tecnológico vinculados al comercio exterior.

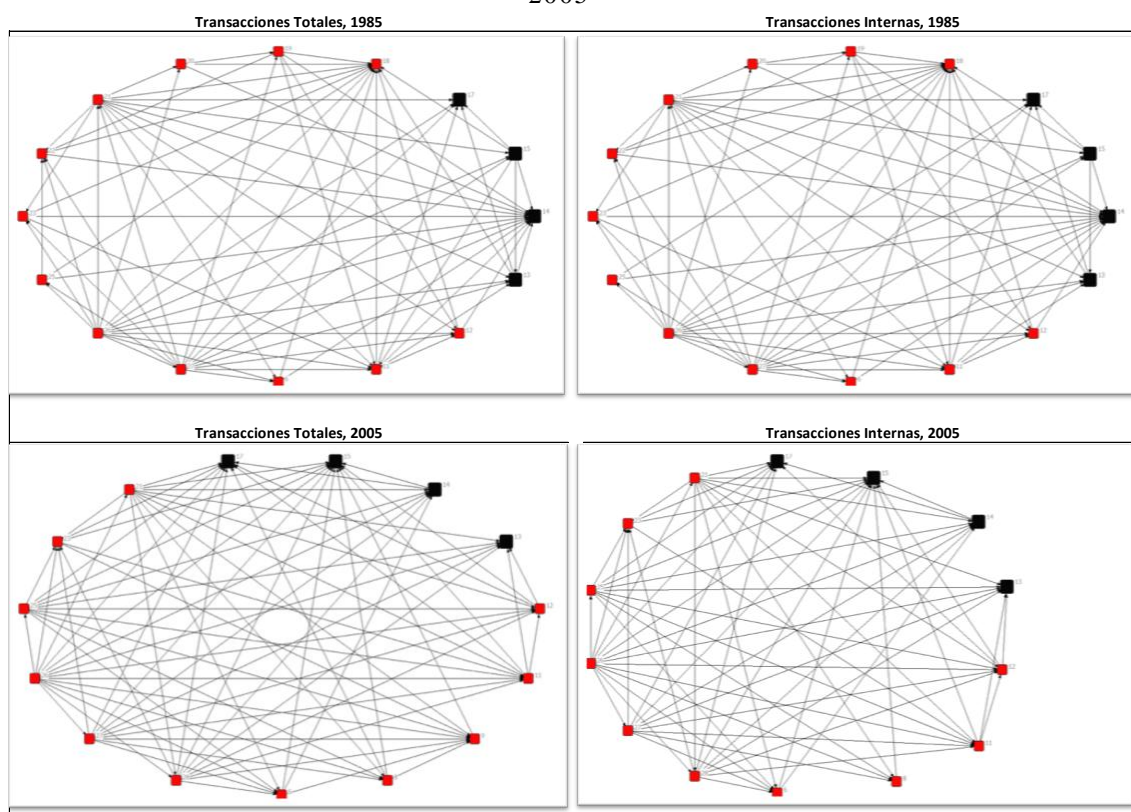
Los rasgos característicos de la producción de bienes de capital en Japón, nos llevan a afirmar que se constituye como un núcleo articulador y dinamizador de la actividad productiva. En tal sentido, no solo se confirman las ideas de Rosenberg sobre la importancia de dichas actividades en la generación de progreso tecnológico y su potencial para difundir tales avances al resto del sistema a través de su capacidad para articularse, pero además están altamente integradas entre sí y, sobre todo, establecen relaciones con las ramas motores del crecimiento, es decir, con aquellas que tienen la peculiaridad de ser altamente productivas y de considerable nivel tecnológico, lo que se traduce en un

continuo aporte y retroalimentación de dinamismo productivo y tecnológico hacia toda la economía.

4.3.3 Los bienes de capital en Estados Unidos y sus vinculaciones importantes

Dos características distinguen las Ego-Redes de los bienes de capital en Estados Unidos (gráfica 27), por un lado, tanto en las transacciones totales como en las internas hay un aumento casi imperceptible en la densidad de un año al otro y, por otro lado, se aprecia mayor dependencia a las importaciones en 2005 en comparación con el primer año.

GRÁFICA 27
EGO - REDES. INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL. ESTADOS UNIDOS, 1985 Y 2005



Fuente: Elaboración con programa UCINET y MIP de Estados Unidos, 1985 y 2005 (STAN - OCDE).

Pese a la aparente estabilidad que mostraba la producción de bienes de capital en Estados Unidos, la cual señalamos en el apartado anterior, el análisis de redes nos permite distinguir una menor consolidación de las cuatro ramas así como grandes cambios que reflejan poca continuidad de sus interrelaciones, con pérdida de articulación entre las cuatro actividades que componen a la industria de bienes de capital (cuadro 14).

Una de las ramas que presentan disminución en sus conexiones con sectores catalogados como de alto desempeño productivo y de media alta tecnología, es (13) Maquinaria no eléctrica, siendo los más significativos la pérdida de vínculos importantes con las otras tres ramas de bienes de capital. La estabilidad de la que se hizo mención en el apartado anterior se refería a la cantidad de sectores importantes con los cuales se interrelacionaba, que aunque conserva el mismo número, sólo cuatro de los siete permanecen desde el primer año. Asimismo, para 2005, sólo dos ramas con las que mantiene relación – (11) Hierro y acero y (25) Finanzas y seguros – se caracterizan por ser de alto y medio desempeño productivo, y únicamente una de ellas es de alta tecnología; en contraste los otros cinco sectores se han clasificado como actividades estancadas (2b) al tener un bajo desempeño productivo.

CUADRO 14
Estados Unidos
Vinculaciones Importantes de la Industria de Bienes de Capital

Vinculaciones, 1985						Vinculaciones, 2005					
Industria de Bienes de Capital	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	Industria	Clasificación por dinamismo	Número de Coeficientes Importantes		Tecnológica OCDE	
			Por columna	Por renglón				Por columna	Por renglón		
13 Maquinaria no eléctrica	17 Otro equipo de transport	1a	11	1	MAT	11 Hierro y acero	1a	8	4	MBT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	26	BT	25 Finanzas y seguros	1b	2	23	AT	
	11 Hierro y acero	2a	2	7	MBT	12 Productos Metálicos	2b	7	4	MBT	
	15 Aparatos Eléctricos	2a	4	5	MAT	21 Comercio	2b	1	22	BT	
	18 Otra Manufactura	2a	14	0	BT	26 Bienes inmuebles	2b	1	28	BT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT	27 Servicios Comunitarios	2b	2	17	I	
	27 Servicios Comunitarios	2b	2	25	I	28 Otros productores	2b	3	17	BT	
			3	5					2	7	
14 Maquinaria de oficina	6 Papel	1b	6	5	BT	17 Otro equipo de transport	1a	9	1	MAT	
	19 Electricidad, gas y agua	1b	4	11	MT	6 Papel	1b	6	7	BT	
	20 Construcción	1b	2	6	BT	25 Finanzas y seguros	1b	2	23	AT	
	25 Finanzas y seguros	1b	3	5	AT	15 Aparatos Eléctricos	2a	12	1	MAT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	26	BT	21 Comercio	2b	1	22	BT	
	11 Hierro y acero	2a	2	7	MBT	26 Bienes inmuebles	2b	1	28	BT	
	15 Aparatos Eléctricos	2a	4	5	MAT	27 Servicios Comunitarios	2b	2	17	I	
	12 Productos Metálicos	2b	5	12	MBT	28 Otros productores	2b	3	17	BT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT				3	6	
	22 Restaurantes y Hoteles	2b	4	2	BT						
	23 Transportes y almacén	2b	4	10	I						
	27 Servicios Comunitarios	2b	2	25	I						
			6	11							
15 Aparatos Eléctricos	13 Maquinaria no eléctrica	1a	6	3	MAT	11 Hierro y acero	1a	8	4	MBT	
	14 Maquinaria de oficina	1a	14	1	AT	14 Maquinaria de oficina	1a	7	3	AT	
	17 Otro equipo de transport	1a	11	1	MAT	6 Papel	1b	6	7	BT	
	26 Bienes inmuebles	1b	1	26	BT	8 Petróleo	1b	5	8	MBT	
	18 Otra Manufactura	2a	14	0	BT	25 Finanzas y seguros	1b	2	23	AT	
	21 Comercio	2b	2	21	BT	12 Productos Metálicos	2b	7	4	MBT	
	27 Servicios Comunitarios	2b	2	25	I	21 Comercio	2b	1	22	BT	
			4	3		23 Transportes y almacén	2b	7	11	I	
17 Otro equipo de transporte	26 Bienes inmuebles	1b	1	26	BT	26 Bienes inmuebles	2b	1	28	BT	
	11 Hierro y acero	2a	2	7	MBT	27 Servicios Comunitarios	2b	2	17	I	
	13 Maquinaria no eléctrica	2a	6	3	MAT	28 Otros productores	2b	3	17	BT	
	15 Aparatos Eléctricos	2a	4	5	MAT				6	10	
	21 Comercio	2b	2	21	BT						
	27 Servicios Comunitarios	2b	2	25	I						
				2	5				3	7	

Fuente: Elaboración propia con base a las matrices insumo - producto de Estados Unidos 1985 y 2005 (STAN - OCDE).

Contrario al caso anterior, (14) Maquinaria de oficina, es la única de las cuatro ramas que disminuye el número de enlaces, al pasar de doce en 1985 a ocho para el 2005; sin embargo, es la actividad que en 2005 conserva el mayor número de conexiones existentes desde el primer año, incorporando en sus vínculos a (17) Otro equipo de transporte, catalogado por su alto desempeño productivo y muy orientado a la dinámica exterior (1a), si además se considera que mantiene interrelación con (15) Aparatos eléctricos – de desempeño productivo medio y de media alta tecnología – se convierte en la única rama que sostiene relación con dos actividades del bloque de bienes de capital. Pese a la pérdida de vínculos, es el sector que mantiene la posición menos desventajosa, ya que de las ocho ramas con las que interactúa, la mitad tienen características productivas y tecnológicas favorables y el resto pertenece al grupo de actividades estancadas.

Aun cuando (15) Aparatos eléctricos aumenta las actividades con las que se interrelaciona, de siete a once, sólo cuatro se conservan desde el primer año, siendo una de ellas (14) Maquinaria de oficina de alta tecnología, que junto con (11) Hierro y acero, se constituyen como los únicos de alto desempeño productivo. En general, por el tipo de conexiones que establece esta rama, es posible sugerir que su dinámica productiva se centra en conexiones con sectores avocados al mercado interno y con un relativamente bajo dinamismo productivo, a excepción de (25) Finanzas y seguros, (6) Papel y (8) Petróleo, cuyo desempeño productivo es medio (1b).

La rama (17) Otro material de transporte también añade dos sectores más a sus vínculos al pasar de seis en 1985 a ocho para el 2005; no obstante, es la que preserva el menor número de relaciones de un periodo al otro, sólo tres actividades de servicios. Aunado a ello, pierde conexiones con (13) Maquinaria no eléctrica y (15) Aparatos eléctricos, que se compensan con las ligazones que adquiere con (14) Maquinaria de oficina y (25) Finanzas y seguros, ambas de alta tecnología, y clasificadas de alto y medio desempeño productivo (1a) y (1b), respectivamente. Sus interrelaciones están dirigidas, principalmente, con sectores con mayor vocación interna.

El estudio de las diferentes ramas productoras de bienes de capital de Estados Unidos, nos conduce a reflexionar sobre dos aspectos. En primer lugar, el análisis de redes posee una riqueza analítica, difícil de demostrar con los estudios de tipo cuantitativo; es decir, de acuerdo a los datos que se habían presentado hasta el momento, los bienes de capital habían tenido una evolución relativamente estable; sin embargo, la información del presente apartado permitió mayor profundización en el análisis y, sobre todo, un mejor acercamiento. Segundo, el resultado fundamental al que llegamos de la producción de

bienes de capital estadounidense, es que pese a que está muy articulada a la economía, es la que muestra menor vinculación con los sectores de mayor dinamismo. Ello pone a nuestra hipótesis en el centro del estudio, no basta decir si una actividad está articulada o no, como lo sugiere Rosenberg, sino definir la capacidad que posee para interrelacionarse con las ramas más dinámicas en términos comerciales y productivos, siendo una fuente de innovaciones y cambio tecnológico hacia el sistema y, por ende, propiciando un crecimiento de tipo cualitativo.

4.4. El Sistema Nacional de Innovación y su influencia sobre la Estructura Productiva

Con el fin de comprender los cambios y las transformaciones que se presentaron en el ámbito de la estructura productiva, puede ser útil la exposición de algunos antecedentes que nos ayuden a explicar cómo el contexto histórico ha contribuido en la determinación de dichos cambios. No obstante, para poder entender la lógica que está detrás de la dinámica de transformación que han seguido los países hasta ahora analizados, consideramos necesario recurrir a un marco de referencia que precisamente nos proporcione una explicación de la evolución que han tenido estas tres economías.

En este sentido, los antecedentes que se presentan en este apartado parten de la perspectiva de la teoría evolutiva, tomando como base dos premisas importantes. En primer lugar, la conceptualización de que la economía mundial es un proceso de constante transformación, muy en el sentido de los autores clásicos tales como Marx y Smith. En donde tecnologías e instituciones cambian en el tiempo, y lo que conduce al crecimiento económico en una era (ejemplo, economías de escala con relación a la producción en masa) puede llegar a ser mucho menos importante, o bien ser sustituido por un factor diferente (ejemplo, economías de redes) en una época diferente (Verspagen, 2000). En segundo lugar, el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), el cual parte del reconocimiento de que la transformación del capitalismo involucra interacciones de la esfera económica con otras esferas, tales como la ciencia y la tecnología, de un lado, y las instituciones, del otro.

De manera particular, nos interesa identificar las principales características que tiene el SNI de cada país, para poder entender la dinámica de transformación, y su influencia hacia el ámbito tecnológico y productivo. Por tal motivo, a continuación desarrollaremos una breve exposición de las principales características del Sistema

Nacional de Innovación de cada uno de los tres países bajo estudio, para posteriormente tratar de relacionarlo con los cambios que hemos identificado hasta ahora.

Una característica que tienen en común Estados Unidos, Japón y Alemania, es que son economías que han partido de una situación de rezago con relación a otros países o entre ellos mismos; sin embargo, han desarrollado sistemas nacionales de innovación que los han hecho capaces de tomar el liderazgo de la economía mundial, como el caso de los Estados Unidos en el siglo 20, en particular, en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial. Lo mismo sucede en Alemania y Japón que, en diferentes momentos históricos, han tenido que enfrentar y superar situaciones muy complicadas, como después de su derrota en la Segunda Guerra Mundial, cuando ambos lograron reconstruir sus naciones rápidamente para convertirse en grandes potencias económicas. Debe destacarse que los tres sistemas difieren considerablemente entre sí, ya sea en las instituciones formales e informales que guían el comportamiento económico, en las estructuras económicas que determinan el cambio tecnológico y en el desarrollo histórico que conduce a las estructuras actuales, es decir, que representan tres sistemas nacionales muy diferentes de innovación. A continuación, presentaremos los sistemas de innovación de los tres países.

El Sistema nacional de Innovación de Alemania

Uno de los principales elementos distintivos del SNI de Alemania es su sistema educativo, el cual surge con una vocación en aras de vincularlo con la dinámica de la estructura productiva. Esto puede ayudarnos a explicar porque la industria química en Alemania, rápidamente - y con el paso del tiempo - ha logrado una posición competitiva, extendiéndose a otros sectores como la producción de acero y de maquinaria.

A finales del siglo XIX, Alemania se caracterizaba por una conexión cercana entre universidades, escuelas vocacionales (Technische Hochschulen) y empresas industriales, entre estos se ha establecido un sofisticado sistema de educación en temas científicos, técnicos y comerciales, que abarca desde la escuela elemental al nivel doctoral (Keck, 1993).

La primera gran industria basada en ciencia en Alemania fue la industria del azúcar de remolacha, que desde el siglo XIX se convirtió en un importante exportador. Además, de la investigación química, la industria tenía una base en la investigación agrícola. A su vez, líneas de negocio en la industria química, también suministran

insumos para la industria textil (en particular el blanqueo y teñido). Las empresas químicas más grandes de Alemania BASF, Hoechts y Bayer fueron fundadas en la década de 1860, siendo en su momento los principales productores de colorantes sintéticos. Una característica de la fortaleza en la industria química en Alemania, es la tendencia a integrar encadenamientos en la producción de química básica e intermedia. En general, las empresas de Alemania han prosperado sobre la base de tomar ventaja de las economías de alcance, las cuales también significan que el enfoque primario fue sobre el proceso de innovación en lugar de la innovación de producto (Drejer, 1999).

La industria química alemana no sufrió tanto como se podía esperar después del final de la Segunda Guerra Mundial, a pesar de que los Aliados confiscaron know-how, marcas comerciales y patentes de la industria alemana como parte de la política de hacer pública toda la información del enemigo. La "suerte" de Alemania fue que el fin de la Segunda Guerra Mundial, coincidió con un cambio de la tecnología, que pasó de estar basada en el carbón hacia productos químicos para la petroquímica. Así, la mayoría de la información obtenida por los aliados pronto se convirtió en obsoleta, ya que la frontera tecnológica en productos químicos se movió en una nueva dirección. De igual manera, el elemento que favoreció esta transición hacia el nuevo paradigma tecnológico fue su sistema educativo vinculado a los requerimientos productivos, lo cual ha permitido que los productos químicos industriales todavía conserven una posición central en el sistema alemán de relaciones tecnológicas. De hecho, Drejer (1999) identifica que los productos químicos industriales, junto con el caucho y los plásticos, son la fuente de la I + D incorporado para una amplia gama de industrias, incluyendo papel, alimentos, textiles, electricidad y maquinaria no eléctrica, así como los vehículos de motor. En otras palabras, el grueso principal del flujo incorporado de I + D, va desde las industrias que se encuentran en un grupo principal relacionadas con la química hacia las actividades más asociadas con la electrónica y procesamiento de metales.

Otro de los vínculos importantes que se observan entre el sistema educativo y el sector industrial alemán, es el de industrias de transformación de la minería y el metal, lo cual tienen sus raíces en las escuelas mineras que educaron a generaciones de administradores y directivos en los siglos XVIII y XIX, que conduce a una transferencia efectiva de tecnología del exterior, así como a los graduados pioneros. Ello, condujo a que la metalurgia y maquinaria asociada, logrará consolidar a la construcción de plantas metalúrgicas como otra importante área de fortaleza en Alemania (Keck, 1993: 127). La fuerte vinculación intersectorial apoyada por el sistema educativo, ha favorecido el

surgimiento de otros sectores con fuertes interrelaciones, como es el caso de los equipos de transporte, la industria de los vehículos de motor, maquinaria eléctrica y maquinaria no eléctrica, los cuales están vinculados a través de las relaciones bilaterales; es decir, estas industrias son tanto fuentes o receptores de la tecnología originada entre ellas (Drejer, 1999).

En resumen, la fuerte interrelación que se establece entre el sistema educativo alemán y su sistema productivo, es una de las principales características del sistema de innovación de Alemania, ambos elementos han determinado la fuerte posición de la industria de productos químicos intensivos en I + D, así como en otros sectores manufactureros, en particular, en la producción de maquinaria y equipo industrial. Información que corrobora el análisis que hemos venido realizando a lo largo de esta Tesis.

Pese a la fortaleza de Alemania en la mejora del rendimiento, en la actualidad, una posible desventaja es que parece mantenerse a la vanguardia en las áreas tradicionales de especialización, dificultando el cambio hacia los nuevos sectores de crecimiento (como las computadoras). Una explicación es que mientras la fuerza de Alemania se ha construido sobre la actualización de ventajas, elevando la calidad de los recursos humanos y técnicos, estas ventajas de las capacidades humanas a través de una excelente calidad de la educación, parecen haberse erosionado en las últimas décadas. De tal forma que, el sistema Alemán ahora parece estar estructurado principalmente alrededor de posiciones de fortaleza "viejas", lo cual puede resultar ser una situación vulnerable en el largo plazo Drejer (1999).

De acuerdo con Franke y Kalmbach (2005), existen otros elementos que ayudan en la explicación de la disminución del peso relativo de la manufactura. Dichos autores argumentan que uno de los hechos estilizados del cambio estructural en Alemania, como en todas las economías desarrolladas, es la fuerte expansión del sector servicios y la relativa disminución de las industrias manufactureras, características que igualmente aplican el comportamiento en el valor agregado, la producción bruta y el empleo. Por otra parte, el comercio es claramente la fuerza motriz central en el crecimiento de la economía Alemana. Dado que una gran parte de las exportaciones está provista por el sector manufacturero, los cambios en la composición de la demanda final no son muy dramáticos, característica que más bien parece favorecer al desarrollo de la manufactura. Así la disminución de la participación de la manufactura en el producto total, no puede explicarse simplemente por el rezago en competitividad y un peso

decreciente del componente correspondiente de la demanda final. En este sentido, un tercer factor entra en juego, lo que identificamos como cambios en la tecnología.

Siguiendo con Franke y Kalmbach (2005), el cambio tecnológico es discutido a partir de un modelo económico multisectorial, articulando los encadenamientos entre diferentes sectores. De su estudio derivan dos conclusiones, en primer lugar, que la manufactura continúa siendo un componente decisivo de la economía alemana. Sin embargo, no es un sector homogéneo, de hecho distinguen un núcleo de exportación dentro del sector manufacturero, en el que se encuentra el sector productor de maquinaria. En segundo lugar, no es apropiado ver al sector de los servicios como el nuevo motor de crecimiento. De su análisis se reveló que, especialmente, el subsector que exhibió, con mucho, el mayor crecimiento durante la década de 1990, fueron los servicios relacionados con la empresa, a la vez, estrechamente relacionados con la manufactura, y debe una parte importante de su desempeño positivo al cambio estructural que tuvo lugar en la economía.

El Sistema de Innovación de Japón

Cuando se hace referencia al proceso de industrialización de Japón, continuamente se hace referencia a su gran capacidad de imitar los desarrollos tecnológicos que se han llevado a cabo en occidente, por lo que el término “Ingeniería de reversa”, comúnmente es asociado a la principal cualidad con la que cuenta el sistema de innovación japonés. No obstante, esta visión tan simple puede, efectivamente, reflejar la principal virtud, y al mismo tiempo su principal debilidad. Según autores como Jones y Yokoyama (2006), con esta característica nos estamos refiriendo a su capacidad de apropiación del cambio tecnológico desarrollado en otros países.

Para lograr esta capacidad, Japón contó con dos elementos fundamentales dentro de su SNI, un sector industrial fuertemente articulado y un Estado que facilitó el proceso de transferencia de tecnología con el objetivo de impulsar el desarrollo industrial. Esta fuerte interrelación Empresa-Estado, ha permitido la fortaleza competitiva lograda por Japón en electrónica de consumo, maquinaria de oficina, componentes electrónicos y equipo de cómputo, equipo de transporte y maquinaria relacionada, así como también acero y fabricación de productos metálicos, la cual está basada en la existencia de una fuerte industria pesada que data del siglo XIX.

Las cinco industrias en las cuales Japón posee una fuerte especialización exportadora son Otros transportes, Astilleros, Equipo de comunicación y semiconductores, Maquinaria de oficina y computadoras e Instrumentos. El dominio de la Electrónica y las industrias relacionadas al transporte, parcialmente se explican por el papel de la industria militar japonesa en los siglos anteriores. En términos de su composición, procesamiento de Alimentos y Textiles, fueron las industrias más grandes en el siglo XIX, posteriormente empezaron a crecer rápidamente las industrias del Metal, Maquinaria y Otras industrias pesadas (Drejer, 1999).

Para la era Meiji (1868-1912), los militares y el gobierno en general ya jugaban un papel preponderante para las industrias que conforman la columna vertebral de las industrias de ingeniería. Dos años después de que el emperador Meiji llegó al poder, se creó en 1870 el Ministerio de Industria (Kobusho, a veces también traducido como Ministerio de Ingeniería o Ministerio de la Construcción). El Ministerio fue abolido en 1885, pero en sus quince años de existencia desempeñó un papel crucial en el proceso de "industrialización desde arriba", donde la industrialización se vio forzada a través de un ambicioso programa de importación de tecnología occidental relativamente avanzada (Drejer, 1999).

El énfasis se puso en contratar expertos extranjeros, quienes debían transmitir sus conocimientos a sus homólogos japoneses, para en cuanto fuera posible regresarlos a sus países de origen. Esta estrategia fue utilizada en la construcción del ferrocarril, la creación de una red telegráfica nacional, la minería, así como producción de hierro. Los expertos contratados eran principalmente británicos. Los historiadores suelen coincidir en que las políticas de Meiji, con su sesgo hacia la importación de tecnologías relativamente sofisticadas, fueron fracasos comerciales vistos desde el punto de vista de las empresas estatales, pero dichas políticas fueron fundamentales para el desarrollo tecnológico de Japón. De acuerdo a Drejer (1999), a partir de 1881, la estrategia principal que implementó el gobierno, fue adquirir tecnología y transferirla a las empresas privadas a través de la venta de las empresas estatales a un selecto grupo de compradores privados a precios muy bajos. Los empresarios que compraron las minas y las fábricas, no sólo ganaron con adquirir la maquinaria y el equipo a bajo precio, sino también con la experiencia y los conocimientos técnicos de los trabajadores, así como los enlaces técnicos que se establecieron con empresas occidentales, aunque también hubo casos de empresas importantes como Mitsubishi, las cuales crecieron fuera de este proceso de transferencia.

Los arsenales militares y astilleros de la marina también jugaron un papel crucial en el desarrollo de Japón, ya que utilizaron tecnologías importadas relativamente sofisticadas y enviaban, para su formación, a sus principales técnicos al extranjero en las principales empresas de armamento occidentales. La expansión militar que se dio a principios del siglo XIX tuvo efectos significativos de difusión para la industria civil. En particular se pueden destacar dos, en primer lugar, el arsenal gubernamental produjo una amplia gama de maquinaria industrial que se vendió a empresas privadas, al tiempo, los trabajadores capacitados en los arsenales a menudo se trasladaron a trabajar a las industrias civiles, llevando consigo los conocimientos de las técnicas de producción; en segundo lugar, la demanda militar proporciona un mercado para muchas de las industrias técnicamente más avanzadas de Japón en su primera etapa de desarrollo. Toshiba es un ejemplo de una importante empresa con sus raíces en la maquinaria industrial que se beneficiaron de la demanda militar (Odagiri y Goto, 1993).

La economía japonesa despegó alrededor de la Primera Guerra Mundial con una producción creciente, sobre todo, en Acero, Maquinaria y Otras industrias pesadas. Esta fue la época de la "segunda revolución industrial" en Occidente, con una amplia difusión de la energía eléctrica, la introducción del automóvil y el avión y las técnicas de producción en masa. Para el gobierno japonés, las tecnologías de la "segunda revolución industrial" no eran tanto una fuente de crecimiento, sino que se percibieron como un desafío a la seguridad de Japón y el temor por una "guerra total" del siglo XX implicó que fuera difícil la distinción entre las industrias militares y no militares. Por lo tanto, el ejército desempeñó un papel central en el desarrollo tanto de la industria del automóvil, así como la industria aeronáutica. En otras palabras, se interrelacionan las tecnologías de guerra y paz (Odagiri y Goto, 1993).

De acuerdo con nuestros datos y lo presentados en el trabajo de Drejer, (1999), los productos químicos industriales, son un sector importante con relación al gasto en I + D. Sin embargo, debido a que la industria química japonesa estaba vinculada con las industrias manufactureras tradicionales de baja tecnología, las cuales podrían ser importantes desde el punto de vista de la producción y el empleo, ninguna de estas industrias resultaban relevantes en el contexto internacional. Lo anterior, posiblemente, se debió a que las empresas químicas occidentales confiaban en su propia capacidad para dominar los mercados de ultramar y, por lo tanto, no estaban interesados en participar en alianzas con empresas japonesas. Como resultado, las importaciones de

know-how en productos químicos tendieron a limitarse a los acuerdos individuales con licencia de patente.

En contraparte, a finales del siglo XIX, un alto grado de flujos de tecnología de Occidente en maquinaria eléctrica, se facilitaron a través de asociaciones entre empresas occidentales y japoneses, como un mecanismo de las empresas occidentales para conseguir el acceso al mercado japonés que, a su vez, dio lugar a una combinación de licencias de patentes, asistencia técnica e inversión Drejer, (1999).

El sistema de innovación japonés está caracteriza por su alto grado de dirección y vinculación no solo a nivel de desarrollo industrial sino al propio ámbito macroeconómico. Es decir, existe una alta interdependencia y articulación entre las políticas de carácter macroeconómico, las políticas industriales y las de ciencia y tecnología. De manera específica, la política tecnológica de Japón refleja una combinación de dos tipos de políticas, unas “orientadas a la difusión”, con la cual el gobierno realiza acciones indirectas en la dotación de infraestructura básica y de investigación y desarrollo (I&D), otorga gran importancia a la alta calidad del sistema educativo, tratando de difundir las capacidades tecnológicas hacia la estructura industrial, facilitando el cambio técnico de las pequeñas y medianas empresas a través de la promoción de políticas que se orientan a un ambiente de competencia y con políticas descentralizadas, de tal manera que se ha promovido que sean las propias empresas las que destinen la mayor proporción del gasto en I+D. Por otra parte, se encuentran las políticas “orientadas a una misión”, que hace referencia a un cierto grado de centralización con respecto al tipo de mecanismo directos como el otorgamiento de subsidios, la realización de programas específicos y el financiamiento directo, así como por el tipo de papel desempeñado por el Ministerio de Industria y Comercio (MITI), el cual tiene entre otras funciones realizar actividades de pronóstico tecnológico para distinguir sectores clave considerados estratégicos para la autonomía nacional (Sakakibara, 1997).

No obstante, la fortaleza que parece mostrar el SNI de Japón, con respecto al fuerte vínculo Empresa-Estado, hoy en día enfrenta fuertes desafíos, principalmente, al pasar de un proceso de convergencia hacia un sistema basado en la innovación de productos radicales, a través de la creatividad, Japón ha sido lento para ajustar su sistema corporativo y la estructura industrial a este nuevo ambiente. Asimismo, el concepto de gestión de la tecnología, incluyendo una interacción más estrecha entre la I + D y

marketing, es débil en una gran proporción de las empresas japonesas (Jones, y Yokoyama, 2006).

El Sistema de Innovación Estadounidense

Uno de los rasgos distintivos más destacados del sistema de innovación de Estados Unidos, es su enorme escala y la relativa importancia de tres sectores clave dentro de este sistema – la industria, las universidades y el gobierno federal – como actores y como financiadores del gasto en I+D (Mowery y Rosenberg, 1993).

Igual que Japón, los vínculos de I+D en el sistema de innovación de Estados Unidos, están separados en dos clúster principales, el clúster Químico y el clúster relacionado con la Electrónica. Pero, también otros dos pequeños clúster aparecen en el SNI estadounidense: el primero, entre Farmacéutica y Alimentos y, el otro, entre Maquinaria no eléctrica y Vehículos de motor.

Mowery (2010), afirma que el crecimiento económico en Estados Unidos, en el siglo XIX, fue más intensivo en capital y recursos naturales que el crecimiento en Europa Occidental durante el mismo periodo. El carácter intensivo en capital del crecimiento económico estadounidense en el siglo XIX, fue consecuencia de las elevadas tasas de inversión y de innovaciones de relevancia en las infraestructuras de transportes y comunicaciones (canales, ferrocarriles, telégrafo y teléfono), que contribuyeron al desarrollo de otro importante factor del crecimiento económico de Estados Unidos en aquel siglo, a saber, el gran mercado nacional unificado que los fabricantes supieron explotar tras la guerra civil. Antes de la Guerra Civil (1861 - 1865), la economía estuvo caracterizada por una especialización regional en funciones, pero la guerra resultó en un marco político e ideológico que permitió el cambio estructural y la integración regional.

Al igual que Japón, el proceso de industrialización de Estados Unidos empezó por adquirir y copiar tecnologías del exterior. Pero la tecnología fue adaptada a diferentes condiciones de oferta y demanda. Por el lado de la oferta, una diferencia importante con Inglaterra (el cual fue la mayor fuente de tecnología para Estados Unidos), fue la abundante oferta de tierra, la cual influyó tanto la mecanización de la agricultura (permitiendo que la fuerza de trabajo limitada pudiera trabajar más tierra) y la industria del transporte (proveyendo transporte en masa sobre grandes distancias). Por su parte, la estructura de la demanda, dominada por un gran número de hogares rurales con una fuerte preferencia por los bienes de consumo de precio moderado, permitió la

estandarización y la producción en masa. Esta estructura de demanda fue la clave para la industrialización de Estados Unidos (Drejer, 1999).

La I+D formal, fue desarrollado, por primera vez, para propósitos comparativamente simples (principalmente, en las grandes industrias que avanzan como la metalurgia, procesamiento de alimentos y la construcción). El énfasis, en el siglo XIX, fue sobre todo en la química, denominadas las "viejas" ciencias (Drejer, 1999).

Rosenberg (1976), atribuye un gran papel estratégico en el proceso de industrialización a la industria de máquina-herramienta, la cual surgió en la última mitad del siglo XIX. En las primeras etapas, los establecimientos productores de máquinas eran parte de o estaban relacionados con las fábricas especializadas en la producción de un producto final, sobre todo textiles, pero con el tiempo se convirtieron en empresas independientes. Las competencias adquiridas en la producción de un tipo de máquina, se transmitieron a otros tipos de máquinas, por ejemplo, los trabajos de la locomotora surgieron de la industria textil del algodón. En general, la maquinaria pesada, de uso general surgió de los talleres de maquinaria textil, mientras máquinas herramientas ligeras de alta velocidad más especializada surgieron de las necesidades de producción de los fabricantes de armas. Los avances tecnológicos del siglo XIX fueron en gran medida dependientes de la convergencia de los procesos funcionales de toda la maquinaria y de los sectores de metal que utilizan, lo que contribuyó al crecimiento simultáneo de varias industrias, tecnológicamente relacionadas. Así, la industria de máquina-herramienta puede ser percibida como el titular de un conjunto de habilidades y conocimientos técnicos que podrían ser utilizados en todos los sectores de maquinaria de la economía. Por ejemplo, la industria del automóvil se construyó sobre las habilidades básicas y conocimientos ya existentes en el sector de máquinas-herramientas (Rosenberg, 1976: 10-26).

Gran parte de la innovación tecnológica que impulsó el desarrollo económico estadounidense durante el siglo XIX, puede considerarse pre-científica, ya que se basaba tanto en la experimentación por el método de aproximaciones sucesivas, aplicado por profesionales cualificados, como en actividades que podrían denominarse de «I+D». La dependencia de la innovación del siglo XIX de la «realización de pequeños ajustes» se redujo durante sus últimas décadas, gracias al desarrollo de nuevas áreas de producción e innovación industriales que se basaban en tecnologías más complejas asociadas a otros conocimientos científicos y de ingeniería. Esa dependencia de conocimientos más formalizados implicó que el crecimiento de las «nuevas

industrias» de la Segunda Revolución Industrial, en especial la química y la de maquinaria eléctrica, estuviera asociado a inversiones en I+D en la propia empresa, actividad con muy pocos precedentes en la mayoría de las sociedades mercantiles estadounidenses (Mowery, 2010).

Al término de la primera década del siglo XX, algunas grandes empresas de fabricación estadounidenses ya habían creado laboratorios internos de investigación industrial como parte de una reestructuración de más alcance que transformó sus escalas, sus estructuras de dirección, sus cadenas de producción y su proyección en el mundo. Muchos de los primeros inversores empresariales de Estados Unidos en I+D industrial, como General Electric y Alcoa, promovieron innovaciones de productos o de procesos que se basaban en los adelantos habidos en física y química. Los laboratorios internos de I+D contribuyeron a acelerar la integración del proceso de desarrollo y mejora de la tecnología industrial en el ámbito de las empresas manufactureras estadounidenses, reduciendo así la importancia tecnológica y económica del inventor independiente (Mowery, 2010).

Una de las características primordiales de la transformación institucional del sistema nacional de innovación de Estados Unidos durante este periodo, fue el creciente apoyo federal a la I+D, en su mayor parte a la relacionada con la defensa. Precisamente, el gasto destinado a este tipo de I+D, según Mowery (2010), supuso más del 80 por ciento del gasto federal total en investigación y desarrollo durante casi toda la década de los cincuenta, además, debe agregarse que pocas veces fue inferior al 50 por ciento del gasto federal en I+D durante todo el periodo 1949-2005.

La expansión de posguerra dio lugar a un dominio mundial de Estados Unidos en la innovación, pero el enfoque principal se desplazó de las industrias que habían representado las tecnologías avanzadas en la primera mitad del siglo XX, es decir, los productos químicos, la metalurgia, materiales sintéticos y plásticos, hacia una posición dominante en nuevos sectores esencialmente relacionados con la electrónica (Drejer, 1999).

El desarrollo de las industrias relacionadas con la electrónica estaba, al igual que en Japón, en gran parte relacionada con lo militar, también después de la guerra. Un programa de defensa enorme proporcionó un mercado para los productos avanzados, tales como la aeronáutica y electrónica. Entre los años 1950 y 1960, el mercado militar de Estados Unidos proporcionó un trampolín importante para las empresas pioneras en la microelectrónica y la informática, que jugaron un papel importante en la

comercialización de tecnologías de productos dentro de los campos de los semiconductores y las computadoras, así como la biotecnología. Los beneficios y contratos de adquisición militares apoyaron el financiamiento de la I+D de las empresas. Este apoyo podría haber generado desprendimientos civiles debido a que la I+D se financiaba directamente por el ejército. También los contratos de defensa disminuye las barreras de comercialización a la entrada, lo que permitió a las pequeñas empresas dirigir sus esfuerzos de desarrollo para satisfacer los requisitos de rendimiento y diseño de un solo gran cliente en la década de 1950 (Mowery y Rosenberg, 1993).

Entre los ejemplos de productos tecnológicos derivados del gasto en I+D relacionado con la defensa estadounidense tras la Segunda Guerra Mundial destacan el motor a reacción y el fuselaje de ala en flecha que transformaron el sector de la aviación comercial de la posguerra. Los grandes avances en materia de interconexiones informáticas y de tecnologías de memoria informática, que rápidamente se manifestaron en forma de aplicaciones civiles y programas militares, también tienen su origen en programas de I+D destinados a la defensa. La contratación pública asociada a la defensa fue especialmente importante en la industria de las tecnologías de la información de Estados Unidos tras la guerra (Mowery, 2010).

Pero a medida que las necesidades militares se han vuelto más especializadas, la demanda de defensa ya no es una fuerza indiscutible, y se afirma que el gran mercado de defensa en los últimos años ha distraído a las empresas estadounidenses de las áreas más importantes. Sin embargo, las posiciones norteamericanas en, por ejemplo, aviones y computadoras aún están relacionadas a través de la función de los gastos del gobierno (Drejer, 1999).

Una característica novedosa del sistema nacional de innovación de Estados Unidos durante el periodo 1945-1990, muy distinta al del periodo anterior a 1940, fue la presencia destacada de nuevas empresas en la comercialización de las nuevas tecnologías. En los sectores que realmente no existían antes de 1940, como el informático, el de semiconductores o el de biotecnologías, las nuevas empresas desempeñaron una función primordial en la comercialización de las innovaciones. Tras la Guerra, esos sectores fueron muy distintos en Estados Unidos a sus equivalentes en Japón y la mayoría de los países de Europa occidental, donde las tradicionales empresas electrónicas y farmacéuticas seguían dominando la comercialización de esas tecnologías (Mowery, 2010).

El gran mercado interno de Estados Unidos, permitió ajustar tecnologías para la producción en masa, que se adaptó a la cultura emergente de consumo masivo. El sistema es lo suficientemente grande como para funcionar con bastante eficacia con clústers independientes, que no están tecnológicamente relacionados de alguna manera crucial, pero que tienen posiciones dominantes en el mercado mundial, también desde un punto de vista tecnológico. La fuerza principal se ha desplazado de los productos químicos hacia el paradigma de la electrónica. Por su parte, el clúster de ingeniería consta de cuatro de las cinco industrias de mayor gasto en I+D en los Estados Unidos, máquinas de oficina, equipos de comunicación, instrumentos, y aeroespacial. El quinto sector en el clúster de ingeniería es la maquinaria eléctrica. Las cuatro industrias intensivas en I+D son también sectores en los que los Estados Unidos está más fuertemente especializado en la exportación. Estas industrias relacionadas con la ingeniería representan las posiciones de fabricación más fuerte del sistema americano de innovación. Por su parte, Vehículos de Motor y maquinaria no eléctrica es otro mini clúster, el cual en este caso está aislado del resto de los clúster de ingeniería (Drejer, 1999).

Esto último pone de relieve los resultados obtenidos con el análisis de las estructuras productivas de los países que hemos analizado, ya que apuntan a la idea de que las transformaciones que se han podido observar son congruentes con la dinámica del cambio tecnológico y que, por lo tanto, el cambio estructural refleja la consolidación de los sectores en los que cada economía se ha ido especializando y que, a su vez, responde a la forma en como cada Sistema Nacional de Innovación se ha debido adaptar a las nuevas condiciones tecnológicas y de la economía mundial.

Lo que se intentó llevar a cabo en esta sección, fue una exposición de cómo las diferencias de cada Sistema de Innovación inciden de manera importante en la estructura de los encadenamientos tecnológicos interindustriales.

CONCLUSIONES.

El objetivo planteado en este capítulo, de analizar la función de articulación de los bienes de capital, no solo con el conjunto de la estructura productiva, sino centrándonos en la articulación con los sectores que marcan la dinámica de crecimiento, surge a partir de dos consideraciones. Primero, el sustento teórico aportado por Nathan Rosenberg, quien

demuestran que el sector es clave para el desenvolvimiento de cualquier sistema económico, por ser portador y difusor de cambio tecnológico incorporado y tener la capacidad de generar encadenamientos entre las industrias. Pese a tales conclusiones, es necesario reconocer que el contexto económico mundial ha cambiado y que actualmente se vive un profundo proceso de internacionalización, delineándose con ello la segunda consideración, a tales transformaciones corresponde un nuevo enfoque que permita analizar el impacto de los cambios ocurridos a nivel mundial, que afectan tanto a la producción de bienes de capital como a la estructura productiva misma. Con tal reconocimiento se requiere de una metodología apropiada, la que permita definir el tipo de vinculaciones de los sectores estudiados y, evaluar la función que desempeñan dentro del sistema económico.

El empleo de la metodología de coeficientes importantes por límites tolerables y su aplicación dentro del análisis de redes, nos brindó la riqueza analítica necesaria. En este sentido, el análisis de coeficientes importantes fue idóneo, en la medida en que nos permitió identificar a los sectores que tienen las mayores conexiones dentro del sistema y que, por lo mismo, tienen el máximo potencial para generar cambios en el mismo; al tiempo, su extensión dentro del análisis de redes, posibilitó acercarnos a las interrelaciones que establecen cada una de las ramas de bienes de capital y, de esta manera, definir su potencial para impactar a la estructura económica.

Con base en los resultados empíricos obtenidos con la metodología de Coeficientes Importantes, podemos afirmar que se demuestra la validez de nuestra hipótesis, en el sentido de que efectivamente los bienes de capital cumplen la función de articuladores de la estructura productiva, pero sobre todo por su capacidad para vincularse con sectores con potencial para ejercer los mayores efectos de dinamización de la economía y que se han denominado como la estructura característica del sistema.

Durante los treinta años – 1985 a 2005 – que se estudian, tuvieron lugar múltiples transformaciones, producto de la propia dinámica interna de cada país, pero también resultado del contexto económico mundial, caracterizado por los procesos de fragmentación y especialización productiva, tanto para la economía en su conjunto como para el caso de la industria de bienes de capital.

La evolución de las actividades de bienes de capital en los tres países no ha sido homogénea, de tal manera, que el grado de articulación difiere, incidiendo de diferente forma en cada país. Así, mientras en Japón los bienes de capital cumplen el papel de enlace dentro de la estructura productiva, como un verdadero núcleo de articulación productiva y

tecnológica; en Alemania, si bien no es una completa articulación, si existen vínculos importantes con sectores que dinamizan la estructura productiva por su alto desempeño productivo y tecnológico, los cuales a su vez tienen el máximo potencial de ejercer las conexiones más importantes con el conjunto del aparato productivo; en tanto que en Estados Unidos, los efectos de articulación disminuyen en importancia y, sin embargo, mantienen un peso considerable pero con sectores de un menor dinamismo productivo y tecnológico, lo que da indicios de un cierto rezago frente a los otros dos países.

Por último, una vez identificadas las principales características del SNI de cada uno de los tres países, debemos resaltar cual elemento del SNI afecta en mayor medida el desenvolvimiento de todo el sistema y, en particular, de la estructura económica.

Para el caso Alemán, podemos establecer que su característica principal es su vocación innovadora, la cual ha estado respaldada por un sólido sistema educativo en todos los niveles, pero con un fuerte énfasis en las áreas científicas y tecnológicas, que se encuentra estrechamente vinculado a las necesidades industriales. Esta cercana interrelación es la que explicaría la fortaleza competitiva que alcanza la industria Alemana en varios sectores como la química y la producción de maquinaria, lo cual fue posible constatar en el análisis realizado en este trabajo, tanto en los flujos de patentes, gasto en I+D y la fuerte capacidad de articulación que registran estos sectores en la economía Alemana y que, a su vez, son el resultado de su propio desarrollo histórico ya que el surgimiento y evolución favorable se remontan a las primeras fases del desarrollo industrial de este país.

Por su parte, el SNI de Japón se puede asociar al término “imitación”, el cual simplifica demasiado lo que en realidad es su gran capacidad de ingeniería para la asimilación de innovaciones provenientes de otros países, detrás de la cual esta una fuerte interrelación industrial y un poderoso apoyo gubernamental que facilita el proceso de transferencia de tecnología y una muy clara política de desarrollo industrial. Precisamente, esta potente vinculación Empresa – Política Industrial es lo que ayudaría a explicar la fortaleza competitiva y tecnológica que tiene el sector de bienes de capital, al ser una pieza clave en el proceso de adquisición, adaptación y difusión de nueva tecnología, que se conjuga perfectamente con su fuerte capacidad de articulación con los sectores de mayor dinamismo productivo, comercial y tecnológico.

Finalmente, el SNI de Estados Unidos presenta un rasgo característico que lo diferencia de los otros dos países analizados, el cual tiene que ver con su elevada vocación innovadora de alto riesgo, enfocada a la obtención de la máxima rentabilidad.

La forma en que se diferencia de los otros dos países es que si bien en este país ha existido política industrial, esta ha sido más amplia, o mejor dicho, ha buscado garantizar el “ambiente de mercado” que asegure la obtención de las ganancias suficientes para el desarrollo de innovaciones radicales, que en gran medida son motivadas por el interés del gobierno en el desarrollo militar, con el fin de obtener la mayor ventaja tecnológica frente a sus rivales y, para ello, el gobierno ha sido la fuente principal de financiamiento de proyectos y el principal cliente de los productos de las empresas innovadoras.

Si bien esta característica ha contado con una fuerte vinculación Empresa – Universidad – Gobierno, a diferencia de los otros dos países, la empresa norteamericana tiene un mayor margen de maniobra para poder enfocar sus esfuerzos en la dirección que más conviene a sus intereses, sin responder a una política de desarrollo industrial específico, o de fortalecimiento de capacidades y desarrollo del mercado interno. Lo anterior ha provocado dos consecuencias importantes. En primer lugar, dio lugar al surgimiento de grandes y poderosas empresas industriales que siguen sus propias trayectorias comerciales y de innovación, las cuales no necesariamente están ligadas al fortalecimiento del mercado interno, más bien, están avocadas a la búsqueda del máximo beneficio, actualmente más vinculado con el proceso de internacionalización de la producción para abaratar costos, generando procesos de fragmentación productiva y desarticulación de la estructura económica. En segundo lugar, la vocación innovadora de alto riesgo, genera un estímulo importante para dirigir los esfuerzos productivos y tecnológicos hacia las áreas de mayor potencial de crecimiento, lo que genera un proceso de especialización benéfico para la competitividad pero, combinado con la fragmentación productiva, poco propicio para provocar los suficientes efectos de encadenamiento y articulación con el resto de la estructura productiva. Estos dos efectos fueron constatados con los resultados obtenidos del análisis del cambio estructural y de los flujos de innovación de la economía Estadounidense.

CONCLUSIONES GENERALES

A pesar de que el estudio del cambio tecnológico incorporado en maquinaria y equipo ha perdido interés para la teoría de mayor influencia en el ámbito económico y tecnológico, la teoría neoclásica, en este trabajo hemos demostrado que la producción de bienes de capital realiza una función importante como creadora y difusora del cambio tecnológico y por su capacidad de articulación con la estructura productiva. Ello confirma las ideas presentas por Marx y Rosenberg, entre otros, las cuales si bien no habían sido refutadas si descartadas del análisis económico tradicional.

Uno de los resultados fundamentales que arrojó esta investigación, es que el cambio tecnológico incorporado en la producción de bienes de capital es un elemento clave para entender la relación que existe entre el progreso tecnológico y la estructura económica. Esto es, se trata un factor endógeno, que vincula su dinámica y evolución con la configuración de la estructura productiva.

No obstante para demostrar este vínculo se tenían que superar tres ideas preconcebidas. Primera, como el sector de bienes de capital es portador de innovaciones tecnológicas, se considera que la creación y difusión de tales innovaciones son el resultado de un esfuerzo exclusivo de las empresas pertenecientes al sector y, por ende, su función se limita solamente a ser proveedor de nueva maquinaria y equipo. La segunda, se cree que el cambio tecnológico que se introduce en la nueva maquinaria y equipo se genera fuera de la dinámica del sistema económico. Y, tercera, debido a que gran parte de las innovaciones son de producto, o tienen que ver con la habilidad organizacional desarrollada por las empresas, se piensa que el cambio tecnológico incorporado ha perdido influencia dentro de la estructura económica.

Para poder refutar estas concepciones, se desarrollaron tres tipos de análisis en los que se contrastan éstas ideas con la evidencia empírica, partiendo de una base teórica que le diera sustento al tratamiento metodológico de nuestra investigación. Es así como en la presente tesis se planteó como objetivo fundamental demostrar que la industria de bienes de capital es un factor clave en la asimilación, creación y difusión del cambio tecnológico incorporado y desincorporado, que es indispensable para la introducción de innovaciones de productos y procesos y, por lo tanto, su interrelación con la red de intercambios afecta el desenvolvimiento de toda la estructura productiva.

Por lo anterior, se desarrollaron tres tópicos, cada uno de los cuales analiza la importancia que tiene la industria de bienes de capital al cumplir diferentes funciones dentro del sistema económico.

En el primero de ellos se pretende definir la influencia de la producción de bienes de capital en la red de flujos de conocimiento desincorporado, mediante la creación, asimilación y difusión de ideas dentro del sistema de patentes de cada país.

El segundo analiza la capacidad de generación, asimilación y difusión de cambio tecnológico incorporado en la producción de los bienes de capital, también se determina en qué medida pueden influir en los diversos patrones de innovación y los flujos tecnológicos, a través de la medición del esfuerzo innovador incorporado en el gasto en investigación y desarrollo.

Por último, más allá de definir el papel articulador del sector de bienes de capital con el conjunto de la actividad productiva, se profundiza en la función que desempeña la articulación de la industria de bienes de capital con los sectores dinámicos de cada economía.

Con base en los puntos anteriores, organizamos las conclusiones en tres secciones. En la primera, se presentan las principales ideas teórico-metodológicas que guiaron el trabajo. En la segunda sección, se exponen los principales resultados del trabajo empírico llevado a cabo para demostrar la validez de nuestra hipótesis que enfatiza la importancia del cambio tecnológico en la producción de bienes de capital y que, a su vez, nos permiten refutar las ideas preconcebidas en torno al proceso de innovación. Finalmente, en el último apartado se ofrecen una síntesis de los argumentos que nos permiten afirmar que el cambio tecnológico incorporado en el sector productor de bienes de capital es un elemento clave para cualquier economía.

IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL DESDE UNA VISIÓN TEÓRICA

Rosenberg comprueba la importancia del cambio tecnológico incorporado para el desarrollo económico de cualquier país, debido a que, primero, la producción de este tipo de bienes – por su propia naturaleza – involucra cambio tecnológico incorporado, lo cual implica no sólo el incremento de la capacidad productiva, sino también el aumento de la productividad que logran los sectores usuarios gracias a las mejoras e innovaciones incorporadas, lo que genera cambio estructural, favoreciendo la dinámica

económica. Segundo, dicho proceso no es lineal y, mucho menos, aislado, sino que surge de la interrelación de esta industria con el resto de sectores de la economía, en la búsqueda de la mejorar de los productos y/o procesos existentes, o bien a partir de la necesidad de introducir innovaciones que requieren cambio tecnológico incorporado en nueva maquinaria y equipo utilizado para la producción, ya sean de origen interno o externo a cada país.

Lo anterior, pone en evidencia que para el sistema económico de cualquier país, es indispensable contar con una base de conocimientos para la selección, adaptación y mejora de la tecnología. Al respecto, con la revisión teórica que hemos realizado, podemos afirmar que un elemento importante de esa base de conocimientos puede proceder de un sector de bienes de capital propio y de sus interrelaciones con los sectores usuarios.

Estos argumentos nos dan la pauta para justificar la importancia de la inversión en maquinaria y equipo, y reforzar la idea de que el cambio tecnológico es de naturaleza endógena al sistema económico, lo que podría apreciarse no sólo desde un punto de vista macroeconómico, sino también a nivel sectorial, posibilitando una visión sistémica en lugar de un enfoque parcial. En este sentido, el objetivo principal de la investigación, consistió en estudiar la vinculación entre progreso técnico y la estructura productiva, a partir del estudio del cambio tecnológico incorporado en el sector productor de bienes de capital, y el reconocimiento de dicha industria como elemento articulador tanto con los sectores clave de la economía, como con el conjunto de la actividad productiva.

Por lo anterior, los elementos teóricos recuperados nos permitieron justificar la pertinencia y la necesidad de realizar un estudio sectorial para entender los patrones y flujos tecnológicos de tres países, mediante el impulso a las ramas productoras de bienes de capital, las cuales posean la capacidad de generar los suficientes efectos de encadenamiento y difusión de cambio tecnológico para el sistema económico.

Para abordar los diferentes objetivos planteados en esta investigación, se recurrió a la metodología que se consideró la más adecuada para estudiar la función de los bienes de capital, ya sea como integradores de la estructura productiva y/o como creadores y difusores del cambio tecnológico.

Si bien reconocemos principalmente dos limitantes del análisis input – output, referentes al carácter estático de sus estudios y el grado de agregación, su empleo posibilitó analizar los rasgos más sobresalientes del sector de bienes de capital, dentro del proceso de innovación tecnológica y su papel en la estructura productiva. De tal

manera que pese a no tener una imagen continua de la evolución del sector, si podemos registrar los cambios que tuvieron lugar en el tiempo, al comparar las estructuras en dos momentos diferentes. Asimismo, aun cuando por el nivel de agregación es posible perder información más detallada de las distintas actividades que conforman a la producción de bienes de capital, contamos con información homologable y comparable tanto entre los tres países y en dos momentos distintos.

En este sentido, la riqueza metodológica que aporta el análisis input-output, nos permitió realizar estudios sectoriales sin olvidar la vinculación con la estructura productiva. Esto dio la posibilidad de identificar las características más destacadas de la industria productora de maquinaria y equipo y, al mismo tiempo, analizar la función que desempeña dentro del proceso de innovación tecnológica y su relación con la estructura productiva, proporcionando una visión sistémica. Asimismo, la comparación en diferentes periodos posibilitó la visualización del cambio estructural.

Una vez que obtuvimos una conceptualización a nivel teórico de la industria de bienes de capital y su relevancia, era necesario corroborar empíricamente tal importancia en tres países, representativos de tres regiones económicas diferentes, en dos periodos también diferentes.

LA IMPORTANCIA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN BIENES DE CAPITAL

Estudiar la importancia del cambio tecnológico en el sector de bienes de capital y su vinculación con la estructura productiva, requirió el empleo de diferentes técnicas analíticas. La primera de ellas, mediante la metodología y los indicadores de redes, se estudiaron los flujos de conocimiento desincorporado y la influencia que tiene el sector de bienes de capital en este proceso de innovación y cambio tecnológico, que se plasma en las patentes generadas dentro del sistema económico.

Con la segunda metodología se recurrió al análisis estructural, es decir, mediante la utilización de las tablas input-output y el Análisis de Flujo Mínimo se utilizó un indicador que posibilitara la identificación del papel de los bienes de capital como creadores y difusores del cambio tecnológico incorporado. Para ello se utilizó un vector de gasto en I+D, dándonos una aproximación al esfuerzo innovador que absorbe, genera y transmite cada rama. Una característica adicional de este enfoque, es que por medio

del análisis de grafos, se define la posición jerárquica alcanzada por cada actividad dentro del conjunto de interrelaciones.

Con la tercera técnica, a partir del empleo de Límites Tolerables se identifica a los sectores que por tener el mayor número de Coeficientes Importantes, resultan ser los que más impactan al conjunto de la economía, por ejercer grandes efectos de transmisión y propagación al poseer la mayor cantidad de largas secuencias de conexiones productivas dentro de la economía. Adicionalmente, con la intención de determinar el dinamismo comercial y productivo de cada sector y definir su papel dentro de la estructura productiva, se desarrolló una clasificación de cada uno de los sectores de la actividad, utilizando indicadores de productividad y niveles de comercio.

➤ **La importancia del sector productor de bienes de capital en los flujos de conocimiento desincorporado**

El estudio de las estadísticas de patentes con el análisis de redes, cuestiona las ideas preconcebidas con relación a que la creación y difusión de las innovaciones generadas por el sector de bienes de capital, son el resultado de un esfuerzo exclusivo de las empresas pertenecientes al sector y que éstas se generan fuera de la dinámica del sistema económico.

Los resultados obtenidos en esta Tesis, por el contrario, indican que durante los cuatro periodos y para los tres países estudiados, cuatro actividades de bienes de capital – (29) Maquinaria y equipo, (30) Maquinaria de oficina informática, (32) Equipo de comunicación e (33) Instrumentos médicos, precisión, y ópticos – se encuentran entre los 12 sectores de mayor participación en la generación y uso de patentes, confirmando que su dinámica de innovación está estrechamente relacionada con los continuos flujos de conocimiento, ya que crean y difunden innovaciones, pero también asimilan las que se generan en otros sectores y, por lo tanto, el cambio tecnológico que se incorpora en la maquinaria y equipo es resultado de la constante interacción entre los diferentes sectores productivos y no es un esfuerzo aislado o exclusivo de las empresas de bienes de capital.

Por otra parte, al analizar su función dentro de la red de patentamiento de cada país, se observa que los cuatro sectores ejercen la mayor influencia dentro del sistema de patentes, no sólo por ser los principales creadores, difusores y usuarios de patentes, sino también por ser los que emiten y reciben los mayores vínculos del resto de los sectores productivos, lo que les permite tener un mayor intercambio de información

dentro de la red de flujos de conocimientos. Esto reafirma que no sólo es relevante el volumen de patentes, sino que es igual o más importante la forma en cómo los sectores se interrelacionen y la función que desempeñen en el sistema. De ahí que el proceso de innovación, es resultado de una continua interacción entre las diferentes actividades productivas, el cual no es ajeno al sistema económico, por el contrario, está determinado por la vinculación y la dinámica que se presente al interior de la estructura productiva.

En este sentido, se confirma la hipótesis de que la producción de bienes de capital es fundamental en el proceso de innovación, tanto por su capacidad de generación de nuevo conocimiento, como por su potencial para asimilar y difundir el conocimiento generado en el resto del sistema.

Una conclusión adicional, se refiere a que la metodología empleada de las patentes y su estudio mediante el análisis de redes, resulta muy útil para la identificación de patrones de interrelación, ya sea en la generación y uso de las patentes a nivel sectorial, y por permitir apreciar al sistema en su conjunto y su evolución. Pero, al mismo tiempo, reafirma la idea de que una gran parte de las innovaciones que se plasman en patentes se traducen en maquinaria y equipo capaz de ser introducidas en el sistema productivo.

➤ **La importancia del cambio tecnológico incorporado en bienes de capital y el papel que desempeña en la estructura económica de cada país.**

En los capítulos III y IV, se obtuvieron los resultados que nos permiten descartar de forma absoluta las ideas preconcebidas en torno al proceso de innovación y cambio tecnológico incorporado, debido a que con los datos extraídos se puede afirmar que al estar inmersos en una compleja red de proveedores y usuarios de tecnología, de ninguna manera se trata de un esfuerzo exclusivo de las empresas pertenecientes al sector, todas las actividades de bienes de capital, se encuentran involucradas en un proceso de continuo intercambio de esfuerzo innovador y, por tanto, su función no se limita únicamente a ser proveedor de nueva maquinaria y equipo. De igual forma, este constante flujo de conocimientos, también indica que el cambio tecnológico que se introduce en la nueva maquinaria y equipo, no se genera fuera de la dinámica del sistema económico, sino que más bien responde a la forma en cómo está organizada la estructura productiva y, en este sentido, continúa manteniendo una gran influencia a pesar de que una parte de las innovaciones son de producto o de tipo organizacional.

Cuando observamos el comportamiento registrado del sector de bienes de capital con las tres metodologías empleadas a lo largo de la presente Tesis, corroboramos su importancia en términos de flujos tecnológicos tanto incorporados (I+D y coeficientes importantes) como desincorporados (patentes). En particular, se logró apreciar que en los derrames desincorporados reflejados en las patentes, las innovaciones plasmadas en el diseño y creación de nuevos productos y procesos, requieren de un continuo intercambio de información entre los usuarios y los productores de bienes de capital. Este comportamiento también se confirma en términos de los flujos económicos, así como con el continuo intercambio del esfuerzo innovador plasmado en el gasto en I+D.

Así como se resalta la importancia de los bienes de capital, el análisis realizado con las dos metodologías permitió identificar los diferentes patrones de cambio estructural registrados en los países bajo estudio. Encontramos claramente diferenciados dos periodos que, a su vez, caracterizan dos etapas de la economía mundial. El primero, es la etapa final de un paradigma productivo con un amplio predominio del mercado interno y una fuerte intervención del Estado en la economía, que impulsaban la dinámica de acumulación de las economías nacionales. El segundo periodo, representa el nuevo paradigma en el que la dinámica de acumulación se vincula más con el proceso de internacionalización del capital – entendido como la fragmentación productiva y relocalización de partes o del conjunto de las actividades productivas, así como la mayor interrelación con empresas que basan su dinámica en la exportación e importación de una gran fracción de su producción e insumos productivos – con un mayor protagonismo de las grandes empresas transnacionales a costa de una menor intervención estatal.

La mayor vinculación con el comercio mundial, refleja la existencia de un fenómeno de desarticulación en la estructura productiva interna de cada país. Los llamados mercados globales, al concentrarse en la satisfacción de la demanda “mundial”, dejan de lado la demanda del mercado interno provocando, con ello, la ruptura de vínculos al interior de las economías, a favor de ejercer los enlaces comerciales y productivos con industrias extranjeras.

Lo anterior plantea una interrogante fundamental ¿hasta qué punto las transformaciones en el ámbito internacional impactan a la estructura productiva de cada país, a las interrelaciones de los bienes de capital con otras actividades? La información que arroja el análisis general, sugiere que es necesario profundizar en el estudio de cómo el proceso de fragmentación y especialización que caracteriza al desarrollo del sector, afecta

su vinculación y articulación con algunos sectores en particular, así como en su relación con el resto de la economía.

Con base en estas observaciones a continuación se presenta una síntesis de los resultados que arrojó el análisis estructural en cada país y las principales tendencias que se identificaron en cada uno de ellos.

La especialización de la industria de bienes de capital en Alemania.

Mediante la identificación de los Coeficientes Importantes, encontramos que los cuatro sectores de bienes de capital, son parte de la estructura característica del sistema, es decir, poseen la capacidad de ejercer una influencia importante hacia el resto del sistema, ya sea por medio de sus ventas o por sus compras. Esto es, en los dos años, dos sectores de bienes de capital ejercen los mayores efectos de transmisión por medio de sus ventas (13) Maquinaria no eléctrica y (15) Aparatos eléctricos; en tanto (14) Maquinaria de oficina y (17) Otro equipo de transporte, tienen los mayores efectos de propagación por medio de sus compras.

Desde la perspectiva de este trabajo, no sólo es importante la capacidad de articulación de un sector con un amplio conjunto de actividades, también debe considerarse que los sectores con los que se interrelaciona tengan un fuerte impacto hacia el conjunto del sistema productivo. En este sentido, si al análisis de coeficientes importantes se agregan los datos de la clasificación del dinamismo productivo y comercial, junto con la clasificación tecnológica de la OCDE, encontramos que (17) Otro equipo de transporte y (15) Aparatos eléctricos, además de poseer la capacidad de ejercer una fuerte influencia al resto de la actividad productiva, son de alto dinamismo productivo y tecnológico, logrando además vincularse con actividades de altos Coeficientes Importantes y muy dinámicas. En cuanto a las otras dos actividades, pese a que las ramas con las que se interrelacionan presentan características productivas y tecnológicas desfavorables, son de alto número de CI.

Con lo anterior, podemos afirmar que en Alemania, al menos, dos ramas de bienes de capital tienen una importante función estructural dentro de la economía, pero qué papel juega la industria como generadores y difusores de cambio tecnológico. Al respecto, con la medición de los efectos directos e indirectos, encontramos que las cuatro actividades adquieren un peso importante en términos de los efectos multiplicadores del esfuerzo innovador. En tanto con la metodología de “Análisis de Flujo Mínimo”, (15) Aparatos eléctricos y (13) Maquinaria no eléctrica, tienen una

posición de liderazgo dentro de la red de interrelaciones de intercambios productivos y tecnológicos, con considerables efectos de difusión del esfuerzo innovador al estar fuertemente interrelacionados con un amplio número de sectores con mayor capacidad de vinculación.

En resumen, las dos metodologías resultan complementarias, sobre todo porque cada una de ellas destaca las cualidades de los sectores de bienes de capital, permitiéndonos identificar ciertos patrones de especialización. Así, la economía alemana enfrenta las transformaciones de la economía mundial, impulsando un proceso de especialización en el que tres ramas de este sector desempeñan un papel protagónico. Por un lado, los sectores (13) y (15), con peso creciente en términos comerciales y productivos, son los principales impulsores de la dinámica tecnológica al ubicarse como los líderes en la generación y difusión del esfuerzo innovador. De esta forma, Alemania impulsa su competitividad basándose en las capacidades desarrolladas por ramas avocadas a la producción de la maquinaria y equipo (13), así como en el impulso de una actividad que cobra relevancia por la propia dinámica tecnológica mundial (15), de tal manera que su dinamismo comercial y competitividad se sustenta en el esfuerzo innovador y en la retroalimentación interna con el resto de los sectores económicos. Por otro lado, también sobresale (17) Otro equipo de transporte, más articulado con la dinámica del mercado interno y, que por su posición en la estructura característica del sistema, es capaz de ejercer una fuerte influencia hacia el resto de la actividad productiva, debido a que además de ser un sector de alto dinamismo productivo y tecnológico, se vincula con actividades de altos Coeficientes Importantes, caracterizadas por sus ventajas tecnológicas. Ello, implica que el dinamismo al interior de sistema productivo alemán también cuenta con una rama capaz de ejercer importantes efectos de propagación de vínculos productivos, los cuales refuerzan los flujos tecnológicos al interior de la economía del país.

Para Alemania, es posible establecer que su característica principal es su vocación innovadora, la cual ha estado respaldada por un sólido sistema educativo en todos los niveles, pero con un fuerte énfasis en las áreas científicas y tecnológicas, que se encuentra estrechamente vinculado a las necesidades industriales. Esta cercana interrelación es la que explicaría la fortaleza competitiva que alcanza la industria Alemana en varios sectores como la química y la producción de maquinaria, lo cual fue posible constatar en el análisis realizado en este trabajo, tanto en los flujos de patentes, gasto en I+D y la fuerte capacidad de articulación que registran estos sectores en la

economía Alemana y que, a su vez, son el resultado de su propio desarrollo histórico ya que el surgimiento y evolución favorable se remontan a las primeras fases del desarrollo industrial de este país.

La fuerte articulación de la industria de bienes de capital en Japón

Con la metodología de Coeficientes Importantes se comprueba que, en su evolución, la producción de bienes de capital japonesa se constituye como un núcleo articulador, al ejercer las cuatro ramas importantes efectos de propagación y de transmisión.

En lo individual, (13) Maquinaria no eléctrica, adquiere la posición más favorable, al ser la única rama que aumenta su relación con sectores de altos CI, caracterizados por su alta productividad y elevado dinamismo exportador, conservando, además, un número significativo de vínculos desde el primer año, lo que le permite afianzar sus posición dentro de la estructura característica del sistema.

Adicionalmente, la producción de bienes de capital – en conjunto – se consolida como articuladora y dinamizadora de la actividad productiva en Japón, además de ser de alto desempeño productivo y exportador, de media alta y alta tecnología, se refuerzan las conexiones entre las actividades del sector, logrando articularse como un bloque dentro de la propia estructura característica de la economía. Al mismo tiempo, las cuatro ramas conservan la mayoría de los vínculos con los sectores que, a su vez, se distinguen por poseer un alto número de coeficientes importantes, lo que implica que por sus efectos de transmisión y propagación se han constituido en un núcleo de dinamización productiva y tecnológica para el resto del sistema productivo.

Con relación al indicador que nos aproxima al esfuerzo innovador de Japón, entre 1985 y 2005, (15) Aparatos eléctricos, (13) Maquinaria no eléctrica y (14) Maquinaria de oficina, destacaron por su efecto multiplicador. Sin embargo, al observar las gráficas de redes, llama la atención que aun cuando (14) Maquinaria de oficina tiene los más altos efectos multiplicadores, al observar su ubicación en la red y las vinculaciones que establece con el sistema productivo, se distingue una pérdida de su relevancia, lo que significa que si bien es importante el efecto multiplicador, también lo es el tipo de vinculación, es decir, que los sectores con los cuales se relaciona también ejerzan importantes efectos de propagación dentro del sistema económico. De otro lado, la evolución del conjunto de sectores de bienes de capital, las ramas (15) y (13) adquieren

una mayor importancia dentro de la red de vínculos e intercambios económicos. Esto permite afirmar que en su totalidad, se han consolidado como articuladoras en las interrelaciones más importantes dentro del sistema productivo y tecnológico de Japón, lo cual se traduce en una mayor capacidad de difusión del esfuerzo innovador.

En síntesis, el empleo de las diferentes metodologías nos permite concluir que la forma en cómo Japón enfrenta el proceso de internacionalización, es fortaleciendo a los sectores productores de bienes de capital, que han demostrado tener el potencial de creación y difusión de cambio tecnológico y que, a su vez, desempeñan un papel destacado al interior de la estructura productiva, con la peculiaridad de que (13) Maquinaria y equipo, tiene un papel protagónico, pero sin olvidar que las cuatro ramas ejercen la función de núcleo articulador y dinamizador de la actividad productiva y tecnológica en este país.

Por otra parte, el SNI de Japón se puede asociar al término “imitación”, el cual simplifica demasiado lo que en realidad es su gran capacidad de ingeniería para la asimilación de innovaciones provenientes de otros países, detrás de la cual esta una fuerte interrelación industrial y un poderoso apoyo gubernamental que facilita el proceso de transferencia de tecnología y una muy clara política de desarrollo industrial. Precisamente, esta potente vinculación Empresa – Política Industrial es lo que ayudaría a explicar la fortaleza competitiva y tecnológica que tiene el sector de bienes de capital, al ser una pieza clave en el proceso de adquisición, adaptación y difusión de nueva tecnología, que se conjuga perfectamente con su fuerte capacidad de articulación con los sectores de mayor dinamismo productivo, comercial y tecnológico.

La desarticulación de la industria de bienes de capital de Estados Unidos

Al estudiar el caso de Estados Unidos, utilizando la metodología de los Límites Tolerables, encontramos que en ambos años las cuatro ramas ejercen importantes efectos de propagación por la vía de sus compras, pero ninguna tiene efectos de transmisión por sus ventas.

Asimismo, se constata el impacto del cambio estructural al interior de las actividades de bienes de capital, teniendo dos importantes consecuencias. Por un lado, se presenta la desarticulación con las ramas más dinámicas pertenecientes a los grupos de alta productividad, es decir, pese al incremento en sus enlaces importantes, dichas conexiones se realizan con los sectores de menor productividad y poco exportadores y, en contraparte, de un año y otro, se pierden enlaces importantes, lo cual no favorece el

desempeño productivo y tecnológico de la economía. Por otro lado, se modifica el modelo de especialización, así el nuevo patrón de la economía estadounidense guarda relación con la revolución tecnológica centrada en la informática y electrónica.

En cuanto a la medición del esfuerzo innovador, destaca la pérdida en la relevancia de los cuatro sectores productores de bienes de capital dentro de la red de interrelaciones. Con la excepción de (15) Aparatos eléctricos, que no sólo conserva su predominio, sino que se posiciona como el de mayor jerarquía dentro del esfuerzo innovador en todo el sistema, mientras los otros tres se ubican en una posición intermedia dentro de la red.

Al intentar resumir la situación de la economía norteamericana podemos recurrir a dos palabras que surgen de los análisis realizados con las diversas metodologías, la primera de ellas “desarticulación”, referente al proceso que se ha presentado para el conjunto de la actividad productiva y, especialmente, para los sectores que conforman a la industria de bienes de capital. La segunda palabra es “especialización”, relativa a la focalización de los esfuerzos productivos y tecnológicos que es capaz de aportar y transmitir el sector (15) Aparatos eléctricos hacia el resto de la economía. Esto es, la economía de Estados Unidos ha registrado una profunda transformación, marcada por la búsqueda de mecanismos que le permitan enfrentar la férrea competencia registrada a nivel mundial y en la que, obviamente, están inmersas las economías de Alemania y Japón. Uno de estos mecanismos ha sido la fragmentación y traslado de procesos productivos a otros países, con el fin de reducir costos, traduciéndose en un proceso de desarticulación al interior de la estructura productiva. Otro elemento que podría señalarse es el impulso a (15) Aparatos eléctricos, que ejerce los más importantes efectos de vinculación y articulación tanto de la capacidad productiva como de creación y difusión de cambio tecnológico incorporado. No obstante, que dicho sector está en la vanguardia tecnológica, la desarticulación productiva característica de la economía estadounidense impide que el sector sea capaz de ejercer mayores esfuerzos de articulación.

En cuanto al SNI de Estados Unidos, éste presenta un rasgo característico que lo diferencia de los otros dos países analizados, el cual tiene que ver con su elevada vocación innovadora de alto riesgo, enfocada a la obtención de la máxima rentabilidad. La forma en que se diferencia de los otros dos países es que si bien en este país ha existido política industrial, esta ha sido más amplia, o mejor dicho, ha buscado garantizar el “ambiente de mercado” que asegure la obtención de las ganancias

suficientes para el desarrollo de innovaciones radicales, que en gran medida son motivadas por el interés del gobierno en el desarrollo militar, con el fin de obtener la mayor ventaja tecnológica frente a sus rivales y, para ello, el gobierno ha sido la fuente principal de financiamiento de proyectos y el principal cliente de los productos de las empresas innovadoras.

Si bien esta característica ha contado con una fuerte vinculación Empresa – Universidad – Gobierno, a diferencia de los otros dos países, la empresa norteamericana tiene un mayor margen de maniobra para poder enfocar sus esfuerzos en la dirección que más conviene a sus intereses, sin responder a una política de desarrollo industrial específico, o de fortalecimiento de capacidades y desarrollo del mercado interno. Lo anterior ha provocado dos consecuencias importantes. En primer lugar, dio lugar al surgimiento de grandes y poderosas empresas industriales que siguen sus propias trayectorias comerciales y de innovación, las cuales no necesariamente están ligadas al fortalecimiento del mercado interno, más bien, están avocadas a la búsqueda del máximo beneficio, actualmente más vinculado con el proceso de internacionalización de la producción para abaratar costos, generando procesos de fragmentación productiva y desarticulación de la estructura económica. En segundo lugar, la vocación innovadora de alto riesgo, genera un estímulo importante para dirigir los esfuerzos productivos y tecnológicos hacia las áreas de mayor potencial de crecimiento, lo que genera un proceso de especialización benéfico para la competitividad pero, combinado con la fragmentación productiva, poco propicio para provocar los suficientes efectos de encadenamiento y articulación con el resto de la estructura productiva. Estos dos efectos fueron constatados con los resultados obtenidos del análisis del cambio estructural y de los flujos de innovación de la economía Estadounidense.

LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL UN ELEMENTO CLAVE DENTRO DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

En esta Tesis se comprobó la existencia de cambios radicales en el tipo de interrelaciones que establece la producción de bienes de capital dentro del sistema económico. En el primer año, los bienes de capital de los tres países, poseían un importante peso relativo y tenían la capacidad de generar importantes efectos multiplicadores con un número significativo de coeficientes importantes, de tal manera que ejercían una fuerte influencia para el sistema económico, por su gran capacidad de

articulación, con fuertes enlaces productivos y tecnológicos. Sin embargo, para el segundo año, el contexto económico nacional e internacional se modifica sustancialmente, afectando la función que desempeñaban las distintas ramas productoras de bienes de capital, así aun cuando sigue manteniendo una cierta importancia relativa, ésta se basa en un proceso de especialización, de diferente magnitud según la forma en que cada país se integraba a la dinámica mundial.

En este sentido, Estados Unidos que muestra una fuerte desarticulación al interior de su estructura productiva, tiende a especializar su proceso de internacionalización en el desempeño de (15) Aparatos eléctricos, apostando en su vanguardia tecnológica. Por su parte, Alemania se especializa en (15) Aparatos eléctricos – quizá por las mismas razones que Estados Unidos – y (13) Maquinaria y equipo, aprovechando su alto nivel de competitividad, basado en su dinamismo exportador y capacidad tecnológica. Finalmente, Japón pese a que sobresale (13) Maquinaria y equipo, por su mayor relevancia y ser el eje que articula a los otros tres sectores, la producción de bienes de capital, en general, adquiere gran importancia dentro del sistema económico, posicionándola como un núcleo articulador de la economía, con la capacidad de generar y difundir el cambio tecnológico incorporado requerido por el resto de los sectores productivos.

Con base a los resultados de esta investigación, se puede afirmar que mediante el análisis del sector productor de bienes de capital, es posible abordar y profundizar en la vinculación entre el cambio tecnológico y la dinámica de innovación con el desenvolvimiento de la estructura productiva. De hecho, la producción de bienes de capital, ha sido un elemento fundamental en cada una de las estrategias de desarrollo de los tres países analizados, debido a su muy destacada contribución en las principales funciones que tiene dentro del sistema económico, esto es, 1) la creación y difusión del cambio tecnológico; 2) su vinculación con los sectores dinámicos, los cuales desempeñan el papel de dinamizadores de la actividad económica; y 3) por su papel articulador con el conjunto de la actividad productiva.

Con el análisis presentado a lo largo de esta investigación es posible concluir que, en mayor o menor grado, la industria de bienes de capital ha cumplido la función de proveer a la economía de cada uno de los países estudiados de una cierta capacidad tecnológica para enfrentar las transformaciones y la competencia que se da en el ámbito mundial. De ahí que, para estos países resulto ser un factor clave y su nivel de importancia depende de la forma en cómo está integrada al sistema económico y por las

condiciones que enfrenta cada país en particular. Además, por la destacada influencia que ejerce en la red de flujos de conocimiento desincorporado, se afirma que también es un elemento fundamental dentro de la estructura productiva de cualquier país por su alta capacidad de asimilación, creación y difusión del cambio tecnológico, el cual es indispensable para la introducción de innovaciones de productos y procesos.

Finalmente, uno de los modestos aportes que ha pretendido este trabajo, es la búsqueda y aplicación de las herramientas de análisis más adecuadas para abordar un tópico, el cual demuestra su importancia y pertinencia. Por tanto, podemos concluir que no solo es relevante demostrar la importancia de estudiar a una industria clave en el desempeño productivo y tecnológico, sino que también resulta necesario señalar que la metodología del análisis estructural o de input-output, demuestra su alto potencial analítico y su capacidad explicativa para entender las características de la estructura productiva, lo que facilita el estudio a nivel agregado y sectorial.

BIBLIOGRAFIA

Acha, V., Daves, A. y Hobday, M. (2004), "Exploring the capital goods economy: complex product systems in the UK", *Industrial and Corporate Change*, Volume 13, No. 3, pp. 505-529.

Amsdem, A. (1989), *Asia's Next Giant South Korea Late Industrialization*. Oxford University Press. New York.

Andreosso-O'Callaghan, B. y Yue, G. (2004), "Intersectoral Linkages and Key Sectors in China 1987-1997", *Asian Economic Journal*, 18(2), pp. 165-183.

Aroche, F. (1996), "Important coefficients and structural change: a multi-layer approach", *Economic Systems Research*, No. 8, pp. 235- 246.

Aroche, F. (2002), "Structural Transformations and Important Coefficients in the North American Economies", *Economic Systems Research*, Vol. 14, No. 3.

Aroche, F. (2005), "Desintegración en la estructura productiva mexicana y el empleo. Los coeficientes importantes y la integración", *Revista Asturiana de Economía – RAE*, No. 33.

Aroche, F. (2006), "Sobre los regímenes de crecimiento, el cambio estructural y los coeficientes de insumo", *El Trimestre Económico*, Vol. LXXIII (4), No. 292, pp. 881-992.

Atkinson, R. (2014), "Understanding the U.S. National Innovation System", THE INFORMATION TECHNOLOGY & INNOVATION FOUNDATION.

Augustinovics, M. (1970), "Methods of international and intertemporal comparison of structure". En Carter, A. y Brody, A. eds. (1970), *Contributuon to imput-output analysis*, Amsterdam, New York, Oxford, North Holland Publishing Company, pp. 249-269.

Baark, E. (1991), "The Accumulation of Technology: Capital Goods Production in Developing Countries Revisited", *World Development*, Vol. 19, No. 7, pp. 903-914.

Baetjer, H. (2000), "Capital as Embodied Knowledge: Some implications for the theory of economic Growth", *Review of Austrian Economics*, No.13, pp. 147-174.

Bell, M. y Pavitt, K. (1995), "The Development of Technological Capabilities", en Hanque (ed), *Trade, Technology and Intenational Competitiveness*. Washington, The Word Bank; pp. 69 – 101.

Beyers, W. (1976), "Empirical identification of Key sectors: some further evidence", *Environment and Planning A*. No. 8, pp. 231-236.

Blair, P. y Wyckoff, A. (1989), *The changing Structure of the U.S. Economy: An Input-Output Analysis*, En Miller, Polenske y Rose (Edit), *Frontiers of Input – Output Analysis*. Ed. Oxford University Press, New York.

- Boyer, R. (2000), "The Embedded Innovation System of Germany and Japan: Distinctive Features and Futures". *CEPREMAP Working Papers*. <http://www.cepremap.fr/>
- Borgatti, S. (2009), "On social network analysis in a supply chain context", *Journal of Supply Chain Management*.
- Buesa, M. y Molero, J. (1988), Estructura industrial de España. Fondo de Cultura Económica. Madrid.
- Buesa, M. y Molero, J. (1992), "Capacidades tecnológicas y ventajas competitivas en la industria española: Análisis a partir de las patentes", *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, Nº. 22, pp. 220-247
- Buesa, M. y Molero, J. (1998), *Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*. Ed. Civitas, Madrid.
- Bullard, C. y Sebald, V. (1975), "A model for analyzing energy impact of Technological Change", *Center for Advance Computation, University of Illinois*, Doc. 146. Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference, San Francisco, Cal.
- Bullard, C. y Sebald, V. (1977), "Effects of Parametric Uncertainty and Technological Change on Input – Output Models", *Review of Economics and Statistics*, No. 59, pp. 75 – 81.
- Chenery, H. y Clark, P. (1959), *Economía interindustrial*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Chanery, H. y Watanabe, T. (1958), "International comparison of the structure of production", *Econometrica*, XXXVI, Núm. 4, pp. 487-521.
- Ciaschini, M. (Edit) (1988), *Input-Output Analysis. Current Development*. Ed. CHAPMAN AND HALL, London.
- De Long, B. y Summers, L. (1991), "Equipment Investment and Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, pp. 445- 502.
- De Long, B., Summers, L y Abel, A. (1992), "Equipment Investment and Economic Growth: How strong is the Nexus?", *Brooking Papers on Economic Activity*, Vol. 1992, No. 2 , pp. 157-211.
- DeBresson, C., Sirilli, G., Hu, X. y Luk, F.K. (1994), "Structural and Location of innovative Activity in the Italian Economy, 1981-85", *Economic System Research*, Vol. 6, No. 2.
- DeBresson, C., con ... [et al.] (1996), *Economic Interdependence and Innovation Activity*. Edward Elgar UK.
- Dosi, G. Pavit, K. Soet, L. (1993). *La Economía del Cambio Técnico y el Comercio Internacional*, SECOFI – CONACYT, México, 1993.

Drejer, I. (1999), *Technological Change and Interindustrial Linkages. Introducing Knowledge Flows in Input - Output Studies*. Phd thesis IKE Group, Department Of Business Studies, Aalborg University.

Drejer, I. (2000), “Comparing patterns of industrial interdependence in national systems of innovation—a study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States”, *Economic Systems Research*, No. 12, pp. 377–399.

Duchin, F (1989), “An Input-Output Aproach to Analyzing the Future Economic Implications of Technological Change”. En Miller, Ronald; Polenske, Karen; Rose, Adam. (Edit), *Frontiers of Input – Output Analysis*. Ed. Oxford University Press, New York.

Evangelista, R. (1999), *Knwoledge and Investment. The sources of innovation in industry*. Ed. Edward Elgar, Great Britain.

Evenson R. y Johnson, D. (1997) “Introduction: Invention Input-Output Analysis”, *Revista Economic Systems Research*, Vol. 9, No. 2.

Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (Eds.), (2004), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Fagerberg, J. y Godinho, M. (2004). “Innovation and Catching-up”, in Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, pp. 514-544.

Fagerberg, J., Srholec, M. y Verspagen, B. (2009), “Innovation and Economic Development”. in Hall, B. and Rosenberg, N. (eds.): *Handbook of the Economics of Innovation*, North Holland.

Fajnzylber, F y Martinez, T. (1976), *Las empresas transnacionales. Expansión a nivel mundial y proyección en la industria mexicana*, Ed. Fondo de Cultura Económica. México.

Fajnzylber, F. (1983), *La industrialización trunca de América Latina*, Ed. México, Editorial Nueva Imagen.

Fajnzylber, F. (1989), “*Industrialización de América Latina: de la “caja negra” al “casillero vacío”*”. comparación de patrones contemporáneos de industrialización”, *Cuadernos de la CEPAL*, N° 60, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Publicación de las Naciones Unidas.

Fajnzylber, F. (1990), “Transformación productiva con equidad”, *Libros de la CEPAL*, N° 25 (LC/G.1601-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Publicación de las Naciones Unidas.

Forssell, O. (1988), “Growth and Change in the Structure of the Finish Economy in the 1960s and 1970s”, en Ciaschini, M. (editor), *Input – Output Analysis*, Chapman and Hall, New York, pp. 287 – 302.

- Forstner, H. and Isaksson A. (2002), "Capital, technology or efficiency? A Comparative Assessment of Sources of Growth in Industrialized and Developing Countries". *Discussion Paper*, No.3, Statistics and Information Networks Branch of UNIDO."
- Franke, R. y Kalmbach, P. (2005), "Structural change in the manufacturing sector and its impact on business-related services: an input–output study for Germany", *Structural Change and Economic Dynamics*, No. 16, pp. 467–488.
- Fransman M., (1982), "Learning and the capital goods sector under free trade: the case of Hong Kong", *World Development*, No. 10, pp. 991-1014.
- Fransman M. and K. King (eds.) (1984) *Technological capability in the third world*, London: MacMillan.
- Freeman, C. y Soete, L. (1987), *La economía de la Innovación Industrial*. Pinter, Londres.
- Freeman, C. (1991) "Network of innovators: A Synthesis of research issues", *Research Policy*, Volume 20, No. 5, Octubre 1991, pp. 499-514.
- Freeman, C. y Louca, F. (2001), *As Time goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*, Oxford, Oxford University Press.
- Fredii, D. (2009), "The integration of old and new technological paradigms in low- and medium-tech sectors: The case of mechatronics", *Research Policy*, No. 38, pp. 548–558.
- Gerschenkron, A. (1962) *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge, Mass: The Belknap Press.
- Ghosh, S. y Roy, J. (1998), "Qualitative Input-Output Analysis of the Indian Economic Structure", *Economic Systems Research*, 10:3, pp. 263 — 274.
- Griliches, Z. (ed.) (1984), *R&D, Patents, and Productivity*. Chicago, IL, University of Chicago Press.
- Griliches, Z. (1990), "Patent statistics as economic indicators: a survey". *Journal of Economic Literature*, Diciembre, pp. 1661-1707.
- Griliches, Z. (1991), "The search for R&D spillovers", *Working Paper 3768*, National Bureau of Economic Research.
- Griliches, Z. y Lichtenberg, F. (1984), "R&D and Productivity Growth at the Industry Level: Is There Still a Relationship?", en Griliches, Z (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press for NBER.
- Hauknes, J., (1999), "Norwegian input–output clusters and innovation patterns", en: Roelandt, T., y Hertog, P. (Eds.), *OECD Proceedings of Boosting Innovation: The Cluster Approach*. OECD, Paris.
- Hauknes, J. y Knell, M. (2009), "Embodied knowledge and sectoral linkages: An input–output approach to the interaction of high- and low-tech industries". *Research Policy*, No. 38, pp. 459–469.

Hanneman, R. y Riddle, M. (2005), *Introduction to social network methods*, Riverside, CA: University of California, Riverside (publicación en forma digital en: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>)

Hirschman, A. O. (1958), *La estrategia del desarrollo económico*, Fondo de Cultura Económica, México.

Hobbbday, M. (2000), "Innovation in complex products and system", *Research Policy*, No. 29, pp. 793–804

Hobbbday, M. Daves, A. Prencipe, A. (2005), "Systems integration: A core capability of the modern corporation", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 14, No. 6, pp. 1109-1143.

Hsin-Yu Shih, Tung-Lung Steven Chang. (2009), "International diffusion of embodied and disembodied technology: A network analysis approach". *Technological Forecasting & Social Change*, No. 76, pp. 821–834.

Jaramillo, H; Lugones, G; Salazar, M. (2001), *MANUAL DE BOGOTÁ: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) / Organización de Estados Americanos (OEA) / PROGRAMA CYTED COLCIENCIAS/OCYT.

Jensen, R., West, G. y Hewings, G. (1988), "The study of regional economic structure using input-output tables", *Regional Studies*, No. 22, pp. 209–220.

Jílek, J. (1971), "The Selection of the Most Important Coefficients", *Economic Bulletin for Europe* , No. 23, pp. 86 – 105.

Jones, L. (1976), "The measurement of Hirschmanian Linkages", *Quarterly Journal of Economics*, 90(2), pp. 323-333.

Jones, R. S. y Yokoyama, T (2006), "Upgrading Japan's Innovation System to Sustain Economic Growth", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 527, OECD Publishing.

Johnson, D. y Evenson, R. (1997) "Innovation and Invention in Canada", *Economic Systems Research*, Vol. 9, No. 2.

Justman, M. y Teubal, M. (1991), "A Structuralist Perspective on the Role of Technology in Economic Growth and Development", *World Development*, Vol. 19, No. 9, pp. 1167-1183.

Kaldor, N. (1963), *Ensayos sobre el desarrollo económico*, Editorial CEMLA, México.

Kaldor, N. (1966), *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom*, Cambridge.

Kaldor, N. (1967), *Strategic Factors in Economic Development*, Ed. Cornell University, Ithaca, New York.

- Kaldor, N. (1969), "Características del desarrollo económico", *Ensayos sobre estabilidad y desarrollo Económicos*, Editorial Tecnos, Madrid.
- Kaldor, N. (1986), "Limits on Growth". *Oxford Economic Papers*, No. 38, pp. 187-198.
- Kash, D. y Rycroft, R. (2002), "Emerging patterns of complex technological innovation", *Technological Forecasting & Social Change*, No. 69, pp. 581-606.
- Keck, O. (1993), "The National System of Technical Innovation in Germany", en Nelson, R. (editor) (1993), *National Innovation Systems, A comparative Analysis*, Oxford University Press.
- Kodama, F. (1991), *Emerging patterns of innovation. Sources of Japan's technological Edge*. Printer Publisher, United States of America.
- Kodama, F. (1992) "Japan's unique capability to innovate: technology fusion and international implications". *Japan's growing technological capability: implications for the U.S. economy*, National Academy Press Washington, D.C.
- Kortum, S. y Putnam, J. (1997), "Assigning Patents to Industries: Tests of the Yale Technology Concordance", *Economic Systems Research*, Vol. 9, No. 2, pp.161 - 176.
- Koshiba, Tesshu. (1988), "Intra-Industry trade in the manufacturing industry of Japan". En Ciaschini, M. (Edit), *Input-Output Analysis. Current Development*. Ed. CHAPMAN AND HALL, London.
- Lahr, M. y Dietzenbacher, E. [editors] (2001), *Input –Output Análisis: Frontiers and Extensions*, Ed. Palgrave, New York.
- Landes, D. (1969), *The unbound Prometheus*, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Landau, R. (1991) "Competitividad, crecimiento económico y productividad", *Economía de la Innovación: Las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman*, Fundación COTEC, Madrid.
- Larsson, S. y Malmberg, A. (1999), "Innovations, Competitiveness and Local Embeddedness a Study of Machinery Producers in Sweden". *Human Geography*, Vol. 81, No. 1, pp. 1-18.
- Kim, Yoon-Zi and Lee, Keun. (2008), "Sectoral Innovation System and a Technological Catch-up: The Case of Capital Goods Industry in Korea", *Global Economic Review*, Volume 37, No. 2.
- Lee, K. y Mathews, J. (2010), "From Washington Consensus to BeST Consensus for World Development", *Asian-Pacific Economic Literature*, Volume 24, No. 1, pp. 86-103, May 2010.
- Lee, K. and Mathews, J. (2013) "Science, technology and innovation for sustainable development". *CDP Background Paper*, No. 16, United Nations, Development Policy and Analysis Division.

Leoncini, R, Maggioni, M. y Montresor, S. (1996), "Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany". *Research Policy*, Vol. 25, No. 3, pp. 415–430.

Leoncini, R. y Montresor, S (2000), "Network analysis of eight technological systems". *International Review of Applied Economics*, Taylor and Francis Journals, vol.14 (2), pp. 213 – 234.

Leoncini, R. y Montresor, S. (2003), *Technological Systems and Intersectoral Innovation Flows*. Edward Elgar, Cheltenham, UK -Northampton, MA, USA.

Leoncini, R. y Montresor, S (2005) "Accounting for core and extra-core relationships in technological systems: a methodological proposal". *Research Policy*, No. 34, pp. 83–100.

Leontief, W. (1973), *Análisis Económico Input-output*. Ed. Ariel, España.

Leontief, W. (1985), "Why Economics Needs Input-Output Analysis", *Challenge Review*.

Leontief, W; Carter, A. (2005), "The Position of Metalworking Industries in the Structure of an Industrializing Economy", *Estudios De Economía Aplicada*, Vol. 23, No. 2, pp. 249-286

List, F. (1997), *Sistema Nacional de Economía Política*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Liu, J. Chaminade C. (2010), "Dynamics of a technological innovator network and its impact on technological performance Innovation". *Management, Policy & Practice*, Vol. 12, No. 1.

Lowe, A.(1955), "Structural Analysis of real capital formation", En Hagemann (2003) *The economic of structural change*, volume II Ed. Edward Elgar.

Lowe, A. (1976), *The Path of Economic Growth*, Cambridge University Press, United States of America.

Lundvall, B.A., (1988), "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation", in: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (Editors), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London).

Lundvall, B. (1992), *National Systems of Innovation, towards a theory of innovation and interactive learning*, Printer Publishet, London.

Maddison, A., (2003), *The World Economy: Historical Statistics*. OECD, Paris.

Marengo, L. y Sterlacchini, A. (1990), "Intersectoral technology flows. Methodological aspects and empirical applications", *Metroeconomica*, No.41, pp. 19–39.

Martin Fransman (1982), "Learning and the Capital Goods Sector Under Free Trade: The Case of Hong Kong". *World Development*, Vol. 10, No. 11, pp. 991-1014.

- Marx, K. (1987), *El Capital*, Tomo II. Ed. Siglo XXI, México.
- Miller, P. y Rose [editores] (1989). *Frontiers of Input-Output Analysis*. New York, Oxford University Press.
- Miller, R. and Blair, Peter. (2009), *Input-Output Analysis: Foundation and Extensions*. Cambridge University Press, United States of America.
- Mowery, D. y Rosenberg, N. (1993), "The U.S. National Innovation System", en Nelson, R. (1993).
- Mowery, D. y Nelson, R. (1999), *Sources of Industrial Leadership*, Cambridge University Press, United States of America.
- Mowery, D. (2010), "El cambio tecnológico y la evolución del sistema nacional de innovación estadounidense en el periodo 1880-1990", *Innovación Perspectivas para el siglo XXI*, BBVA Edición, España.
- NAFINSA-ONUDI (1977), *México: una estrategia para desarrollar la industria de bienes de capital*. Ed. Nacional Financiera, México.
- NAFINSA. (1987), *Estudio sobre capacidad instalada, potencial tecnológico y ventajas comparativas de la industria de bienes de capital*. Ed. Nacional Financiera, México.
- Nelson, R. [Editor] (1993), *National Innovation Systems. A comparative Analysis*. Oxford University Press, New York.
- OECD. (2001), *Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems*, OECD Publishing.
- Odagiri, H. y Goto, A. (1993), "The Japanese System of Innovation: Past, Present, and Future", en Nelson, R. (1993).
- Pao-Long Changa, B, and, Hsin-Yu Shih. (2005) "Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in Taiwan and China: A network analysis". *Technovation*, No. 25, pp. 155–169.
- Papaconstantinou, G., Sakurai, N y Wyckoff, A. (1996), "Embodied technological diffusion: an empirical analysis for 10 OECD countries". *STI WORKING PAPERS*, OECD.
- Pasinetti, L. (1985), *Cambio estructural y crecimiento económico*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- Pasinetti, L., 1973, "The notion of vertical integration in economic analysis", *Metroeconomica*, No. 25.
- Pavitt, K., (1984), "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, No. 13.
- Pavitt, K. y Patel, P. (1994), "The continuing, widespread (and neglected) importance of improvements in mechanical technologies", *Research Policy*, No. 23, pp. 533-545.

- Peeters, L., Tiri, M., Berwert A. (2001), "Techno-economic Clusters in Flanders and Switzerland: an Input-Output-Analysis". Center for Science and Technology Studies, CEST /9.
- Powell, W. y Grodal, S. (2005), "Networks of Innovators". En Fagerberg, *et al*, *The Oxford Handbook of innovation*.
- Rasmussen, P.N. (1956), *Studies in Inter-sectoral Relations*, Amsterdam, North-Holland.
- Miller, R. y Blair, P. (2009), *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, United States of America.
- Rosenberg, N. (1963), "Capital goods, technology, and economic growth", *Oxford Economic Papers, New Series*, Vol. 15, No. 3, pp. 217-227.
- Rosenberg, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Ed. Cambridge University Press, London.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black box. Technology and economics*, Ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rosenberg, N. y Frischak C. (1983), "Long Waves and Economic Growth: a Critical Appraisal", *The American Economic Review*, Vol. 73, No. 2. pp. 146-151.
- Rosenberg, N. y Mowery, D. (1998), *Paths of Innovation: technological change in 20th century America*, Cambridge University Press. USA.
- Ruttan, V. (1959), "Usher y Schumpeter en la invención, la innovación y el cambio tecnológico". En Rosenberg, N. (1979), *Economía del cambio tecnológico*, El Trimestre Económico, Lecturas, 31, Fondo de Cultura Económica, México.
- Sakakibara, M. (1997), "Evaluation of Government-sponsored consortia in Japan". OCDE.
- Sakurai, N., Papaconstantinou, G., Ioannidis, E., (1997), "Impact of R&D and technology diffusion on productivity growth: empirical evidence for 10 OECD countries", *Economic System Research*, No. 9, pp. 81-109.
- Salomé, A. (2006), *La Teoría de Redes en el Análisis Input-Output*, Tesis Doctoral presentada en el Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Oviedo, España.
- Salomé, A., Aroche, F. y Ramos, C. (2007), "Determinación de Coeficientes Importantes por niveles tecnológicos: Una aproximación desde el modelo de Miyazawa", *Investigaciones Económicas*, Vol. XXXI (1), pp. 161 – 190.
- Scherer, F. M. (1982), "Inter-industry technology flow and productivity growth". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, No. 4, pp. 627-634.
- Scherer, F. (1984), "Using linked patent and R&D data to measure interindustry technology flows", en: Griliches (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, IL, University of Chicago Press, pp. 417-464.

Scherer, F. (2003), "Technology Flows Matrix Estimation Revisited", *Economic Systems Research*, Vol. 15, No. 3.

Schintke, J. y Stäglin, R. (1988), "Important input coefficients in market transaction tables and production flow tables", en Ciaschini, M. (edit), *Input – Output Analysis*, Current Developments, Chapman and Hall, Londres.

Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

Schnabl, H. (1994), "The evolution of production structures analysed by a multi-layer procedure", *Economic Systems Research*, No. 6, pp. 51-68.

Schnabl, H. (1995) "The subsystem--MFA: A qualitative method for analyzing National Innovation Systems--The Case Of Germany", *Economic Systems Research*, Vol. 7, No. 4.

Schnabl, H. (2001), "Structural development of Germany, Japan and the USA, 1980-1990: A Qualitative Analysis using minimal flow analysis (MFA)". En Lahr, Michael; Dietzenbacher, Erik (edit), *Input –Output Analysis: Frontiers and Extensions*, Ed. Palgrave, New York.

Schnabl, H. (2003), "The ECA - method for Identifying Sensitive Reactions within an IO - Context", *Economic System Research*, No. 15.

Schumpeter, J. (1964), *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México.

Schumpeter, J. (1939), *Ciclos económicos: análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*, Prensas Universitarias de Zaragoza, España.

Scott, J. (1991), *Social Network Analysis: A handbook*, Ed. SAGE Publications, London

Seyfried, M. (1998), "Productivity growth and technical change". En Ciaschini, Maurizio. (Edit), *Input-Output Analysis*. Current Development, Ed. CHAPMAN AND HALL, London.

Sherman, J y Morrison, W. (1950), "Adjustment of an Inverse Matrix Corresponding to a Change in One Element of a Given Matrix", *The Annals of Mathematical Statistics*, Vol. 21, No. 1, pp. 124-127.

Skolka, J. (1982), "Important Input Coefficients in Austrian Input - Output tables for 1964 and 1976", en Grassini y Smyshlyaev (editores), *Input - Output Modeling*, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Solow, R. (1957) "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, No. 34, pp. 312-20.

Sonis, M. y Hewings, G. (1989), "Error and sensitivity Input-Output Analysis: A New Approach". In Miller, R. E. Polenske, K. R. & Rose A. Z. (eds), *Frontiers of Input-Output Analysis*, New York, Oxford University Press.

Soza, S. (2007), *Análisis Estructural Input - Output: Antiguos problemas y nuevas soluciones*, Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, Departamento de Economía Aplicada, 280 p.

Strassert, Günter. (2001), "Interindustry Linkages: The flow network of a physical input-output table (PIOT): theory and application for Germany". En Lahr, M. y Dietzenbacher, E. (edit), *Input -Output Análisis: Frontiers and Extensions*. Ed. Palgrave, New York.

Sturgeon, Timothy. (2002), "Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization". *Masachussets Institute of Technology, Working Paper*, MIT Working Paper IPC-02-003.

Terleckiy, N., (1974), *Effects of R&D on productivity Growth of Industries: an Exploratory Study*, National Planning Association, Washington, D.C.

Terleckiy, N., (1980), "What do R & D numbers tell us about technological change?", *American Economic Review*, Papers and Proceedings , No.70.

Tarancón, M.A. (2004), "Medición de la sensibilidad de la estructura productiva al desarrollo sostenible", *Problemas del Desarrollo*, Vol. 35, No. 139, octubre - diciembre.

Tarancón, M, Callejas, F, Dietzenbacher, E. and Lahr, M. L. (2008), "A Revision of the Tolerable Limits Approach: Searching for the Important Coefficients", *Economic Systems Research*, No. 20, pp. 75 — 95.

UNCTAD. (2003), "Economic growth and capital accumulation", *Trade and development*, UNCTAD/TDR/2003 REPORT.

Usher, A. (1955), "Cambio técnico y formación de capital", En Rosenberg, N. (1979), *Economía del cambio tecnológico*, El Trimestre Económico, Lecturas 31, Fondo de Cultura Económica, México.

Van Der Valk; y Gijsbers, Govert (2010) "The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies", *Innovation Management Policy & Practice*. Vol. 12, No. 1.

Verspagen, B. (2008), "Knowledge Flows, Patent Citations and the Impact of Science on Technology", *Economic Systems Research*, Vol. 20, No. 4, pp. 339–366.

Verspagen, B. (2001), "Economic growth and technological change: an evolutionary interpretation". *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*. No. 1, OECD Publishing.

Wasserman, S., Faust, K., (1994). *Social Network Analysis: Methods and Application*. Cambridge University Press, Cambridge.

ANEXOS

Anexo 1

28 Actividades Económicas

1	Agricultura, Silvicultura y pesca
2	Minería y extracción
3	Alimentos, bebidas y tabaco
4	Textiles, prendas y artículos de piel
5	Madera y productos de madera
6	Papel, productos de papel e imprenta
7	Industria química incluye medicina
8	Petróleo y productos de carbón
9	Cucho y productos de plástico
10	Productos minerales no metálicos
11	Hierro y acero
12	Productos de metal
13	Maquinaria no eléctrica
14	Maquinaria de oficina y equipos de cómputo
15	Aparatos Eléctricos
16	Otro equipo de transporte
17	Veículos de motor
18	Otras manufacturas
19	Electricidad, gas y agua
20	Construcción
21	Comercio
22	Restaurantes y Hoteles
23	Transporte y almacenamiento
24	Comunicación
25	Finanzas y seguros
26	Bienes inmuebles y servicios de negocios
27	Servicios personales, comunitarios y sociales
28	Otros productos

Anexo 2

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (1980 - 1989)

Alemania

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
17 Otro equipo de transporte	37230	1.337
14 Maquinaria de oficina	42369	1.214
16 Automoviles	46211	0.746
7 Química	49032	0.697
13 Maquinaria no eléctrica	40158	0.623
15 Aparatos Electricos	37435	0.583
8 Petroleo	85205	0.530
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
9 Plástico	40349	0.459
10 Minerales no met.	40540	0.315
28 Otros productores	41102	0.032
19 Electricidad, gas y agua	78632	0.026
26 Bienes inmuebles	58144	
25 Finanzas y seguros	49261	
24 Comunicaciones	40245	
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
4 Textiles	23027	1.018
2 Minería	36462	0.857
11 Hierro y acero		0.607
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
18 Otra Manufactura	31351	0.504
1 Agricultura	11894	0.453
12 Productos Metálicos		0.341
5 Madera	27699	0.324
6 Papel	34567	0.313
3 Alimentos	35882	0.295
20 Construcción	33363	
27 Servicios Comunitarios	32429	
23 Transportes y almacen	30711	
21 Comercio	24587	
22 Restaurantes y Hoteles	18374	
PROMEDIO	37115	0.513

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (2000 - 2005)

Alemania

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
14 Maquinaria de oficina	199078	3.396
17 Otro equipo de transp	68117	1.774
7 Química	92215	1.155
15 Aparatos Electricos	61398	1.129
11 Hierro y acero	62056	0.892
13 Maquinaria no elect	56459	0.838
16 Automoviles	65688	0.812
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
9 Plástico	50891	0.676
8 Petroleo	222784	0.491
10 Minerales no met.	54976	0.423
19 Electricidad, gas y agua	123130	0.020
24 Comunicaciones	78580	
25 Finanzas y seguros	57464	
26 Bienes inmuebles	53032	
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
2 Minería	38547	3.557
4 Textiles	37976	2.109
18 Otra Manufactura	36723	0.794
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
1 Agricultura	26768	0.455
6 Papel	48187	0.454
3 Alimentos	36203	0.403
5 Madera	40826	0.401
12 Productos Metálicos	45474	0.376
28 Otros productores	44247	0.006
23 Transportes y almacen	42394	
27 Servicios Comunitarios	37368	
20 Construcción	35309	
21 Comercio	35045	
22 Restaurantes y Hoteles	17320	
PROMEDIO	48563	0.728

Anexo 3

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (1980 - 1989)

Japón

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
2 Minería	8214	2.459
14 Maquinaria de oficina	7369	0.385
15 Aparatos Electricos	5596	0.325
16 Automoviles	9241	0.276
13 Maquinaria no elect	6107	0.234
7 Química	14082	0.188
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
11 Hierro y acero	11441	0.154
8 Petroleo	76042	0.141
3 Alimentos	7340	0.087
9 Plástico	5501	0.064
6 Papel	5643	0.045
19 Electricidad, gas y agua	22424	0.000
26 Bienes inmuebles	12877	0.000
25 Finanzas y seguros	9378	0.000
24 Comunicaciones	9094	0.000
23 Transportes y almacen	5640	0.000
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
17 Otro equipo de transp	4458	0.784
4 Textiles	2455	0.178
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
18 Otra Manufactura	3287	0.160
1 Agricultura	1498	0.155
5 Madera	3031	0.132
12 Productos Metálicos	4108	0.086
10 Minerales no met.	5325	0.070
28 Otros productores		0.011
27 Servicios Comunitarios	5115	0.000
20 Construcción	4742	0.000
21 Comercio	3961	0.000
22 Restaurantes y Hoteles	2601	0.000
PROMEDIO	5350	0.169

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (2000 - 2005)

Japón

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
2 Minería	199078	7.597
17 Otro equipo de transp	68117	0.797
14 Maquinaria de oficina	92215	0.759
15 Aparatos Electricos	61398	0.532
13 Maquinaria no elect	62056	0.355
7 Química	56459	0.317
16 Automoviles	65688	0.308
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
11 Hierro y acero	50891	0.186
10 Minerales no met.	222784	0.139
8 Petroleo	54976	0.137
3 Alimentos	123130	0.132
19 Electricidad, gas y agua	78580	0.000
25 Finanzas y seguros	57464	0.000
24 Comunicaciones	53032	0.000
26 Bienes inmuebles		
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
4 Textiles	38547	0.731
5 Madera	37976	0.382
18 Otra Manufactura	36723	0.281
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
9 Plástico	48187	0.152
1 Agricultura	36203	0.138
12 Productos Metálicos	40826	0.111
6 Papel	45474	0.052
28 Otros productores	44247	0.001
23 Transportes y almacen	42394	0.000
27 Servicios Comunitarios	37368	0.000
21 Comercio	35309	0.000
20 Construcción	35045	0.000
22 Restaurantes y Hoteles	17320	0.000
PROMEDIO	48563	0.253

Anexo 4

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (1980 - 1989)

Estados Unidos

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
14 Maquinaria de oficina	68,519	0.557
16 Automoviles	66,754	0.379
13 Maquinaria no elect	64,054	0.376
17 Otro equipo de transp	83,903	0.262
15 Aparatos Electricos	72,020	0.346
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
7 Quimica	103,488	0.189
8 Petroleo	109,286	0.126
3 Alimentos	79,124	0.095
6 Papel	62,368	0.076
19 Electricidad, gas y agua	162,677	
2 Minería	125,844	
25 Finanzas y seguros	84,317	
24 Comunicaciones	72,829	
26 Bienes inmuebles	61,024	
28 Otros productores	53,234	
20 Construcción	52,876	
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
4 Textiles	23,758	0.272
11 Hierro y acero	50,241	0.244
18 Otra Manufactura	39,291	0.226
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (1980 - 1989)		
5 Madera	49,125	0.161
9 Plástico	43,131	0.121
10 Minerales no met.	50,603	0.113
12 Productos Metálicos	51,476	0.076
23 Transportes y almacen	47,043	
27 Servicios Comunitarios	46,791	
21 Comercio	30,378	
22 Restaurantes y Hoteles	22,240	
1 Agricultura	20,612	
PROMEDIO	51,820	0.212

Clasificación de acuerdo a productividad promedio e índice de comercio (2000 - 2005)
Estados Unidos

	Productividad	Índice de Apertura
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
14 Maquinaria de oficina	121,142	1.743
13 Maquinaria no elect	79,826	0.670
17 Otro equipo de transp	91,358	0.565
16 Automoviles	104,924	0.554
2 Minería	204,308	0.552
11 Hierro y acero	85,653	0.427
7 Química	180,251	0.405
15 Aparatos Electricos	78,920	0.887
ACTIVIDADES DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
9 Plástico	75,652	0.269
10 Minerales no met.	86,262	0.233
8 Petroleo	261,696	0.192
3 Alimentos	85,740	0.129
6 Papel	95,689	0.095
19 Electricidad, gas y agua	334,568	0.008
24 Comunicaciones	149,869	
25 Finanzas y seguros	129,073	
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD Y ALTO INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
4 Textiles	46,527	1.060
18 Otra Manufactura	64,021	0.472
ACTIVIDADES DE BAJA PRODUCTIVIDAD E INDICE DE APERTURA (2000 - 2005)		
5 Madera	50,949	0.248
1 Agricultura	41,435	0.187
12 Productos Metálicos	68,830	0.165
28 Otros productores	38,635	0.012
26 Bienes inmuebles	66,709	
23 Transportes y almacen	66,413	
21 Comercio	61,501	
20 Construcción	48,022	
27 Servicios Comunitarios	44,646	
22 Restaurantes y Hoteles	24,890	
PROMEDIO	68,920	0.340